ELEMENTI
DI
FILOSOFIA NATURALE
DEL
CONTE MICHELE MILANO

TOMO I.

PARTE I.

NAPOLI
PRESSO SANGIACOMO
1830.

NOTIZIA SULLA OPERA

Le *nozioni elementari di fisica* pubblicai per la prima volta in un tempo nel quale io aveva rinunziato al disegno di estendere il mio lavoro al resto della *filosofia naturale*. Ma sono ritornato verso l' antica idea. Quindi le *nozioni elementari di fisica*, oggi, vengono seguite dalle *nozioni elementari di chimica*, e dalle *nozioni elementari di astronomia*. Il complesso o, meglio, la successione delle tre parti della opera *elementi di filosofia naturale* credo potere intitolare. D' altronde elle, a comodo di chi non vorrà valersi di tutte, formano anche tre corsi distinti.

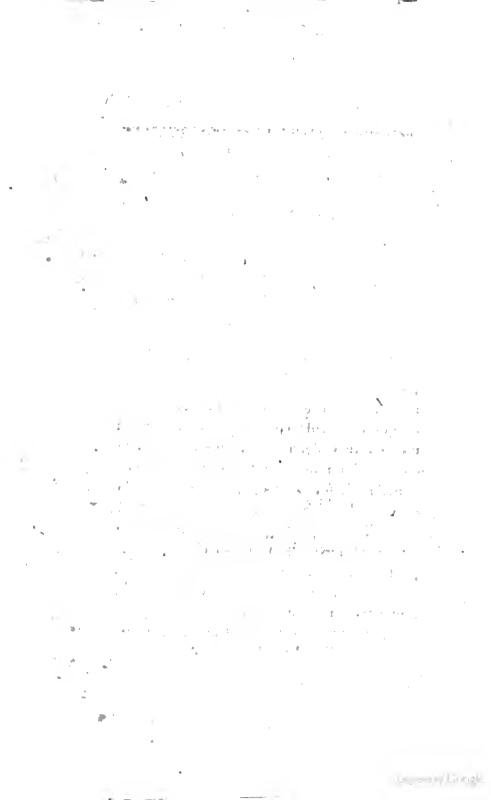
NOZIONI ELEMENTARI

DI

FISICA

VOL. I.

> Recte ponitur, vere scire esse
> per causas scire.
>
> BACONE

SOAVE ricordanza dell' amico che lungo tempo visse solo consecrato al bene del mio cuore e della mia mente, memoria eterna di un uomo egregio nelle scienze e nelle virtù, accompagnatemi verso la cara tomba. Oh FRANCESCO PASSERELLI! se un beato spirito può abbassarsi verso questo atomo dell' universo che ci occupa tanto, e che ci è forza conoscere, (sebbene non vani render ci dovrebbe, non superbi) tu le mie NOZIONI ELEMENTARI DI FISICA, al tuo nome dedicate, accogli e benedici.

PREFAZIONE

La *fisica* applica le sperienze alle dimostrazioni della matematica, è una conferma delle teoriche determinate col mezzo della geometrìa e della meccanica.

I fatti della *fisica* dipendono dal moto evidente, e dal riposo, o sia dalla quiete prodotta pel moto soppresso. (1) Il moto si esercita e la quiete avviene col mezzo della materia, cioè dei corpi. E più generi di moto possiamo distinguere. Dietro questi dati la *fisica* andrebbe distribuita *A*, in istudio delle propietà e delle forme constitutive (stati) della materia, ed in generale del moto e del riposo; *B*, in istudio dei fenomeni del moto e del riposo prodotti da cause chiaramente conosciute; *C* in istudio delle modificazioni dei corpi operate da cause motrici sensibili, ma delle quali non abbiamo una idea netta, p. e. dal calorico, dalla luce; *D*, in istudio del moto per cagioni di cui non abbiamo idea sensibile, p. e. i fenomeni della gravità.

---

(1) Nei fatti della *chimica* il moto avviene a distanze picciolissime, impercettibili.

Le parti ponderabili della materia, cioè le parti dei corpi ponderabili, le quali facilmente suggettansi alla sperienza, si possono considerare in un apparente riposo: sebbene ciò non escluda che in tutte sia, o moto, o forza motrice.— I corpi imponderabili si fanno solo conoscere in istato di moto.

Però tale distribuzion sistematica in un instituto di *fisica* sarebbe difettosa. Secondo la medesima, la gravità non avrebbe luogo da principio. Or quale oscurità e mutilazione per le parti della scienza che la precederebbero! Inoltre le notizie su i liquidi e sopra i fluidi aeriformi, che sarebbero nelle prime classi, precedendo al trattato del calorico, anima della liquidità e dello stato aeriforme, riuscirebbero imperfettissime.

In una opera elementare è d' uopo le materie, per quanto è possibile, trovinsi disposte in modo che le antecedenti giovino alla intelligenza delle posteriori. Quando questa norma può essere conciliata con le classificazioni sia pur preferita: imperocchè le classificazioni favoriscono la memoria. In caso contrario mente precipua dell' institutore sia il rendersi chiaro, e sue dottrine non espor monche.

Le mie *nozioni elementari di fisica* vanno alle stampe per la seconda volta. Elle sono divise in sette libri. Ed eccone la distribuzione. Nel I. libro, *introduzione allo studio della natura*, io scrivo delle propietà della materia, delle generali nozioni del moto, dell' attrazione, della distinzione dei corpi ne' differenti stati di solidità, di liquidità, di fluidità aeriforme, di fluidità imponderabile. Nel II. libro tratto del *calorico*, nel III. espongo la *idrologia fisica*, nel IV. segue la *aerologia fisica*, nel V. è la *elettricità*, nel VI. il *magnetismo*,

nel VII. la *luce*. La opera, monda degli errori di stampa scorsi nella prima edizione, sparsa di utili modificazioni ed aggiunte, emerge dalle osservazioni e dalle sentenze dei fisici lodati maggiormente. Ella fu scritta con lo scopo di facilitare la propagazione della scienza; ed usa l'ordine e le teorie che al conseguimento di tal fine possono avvicinarla, guidando insieme il lettore verso le opinioni le più ricevute.

Per avventura oggi raro avviene il vedersi nella necessità di sciegliere tra più sentenze autorevoli. Il sistema sperimentale e la docilità filosofica hanno bandito il metodo di ostinazione che in altri tempi norma era e vanità delle scuole. Ai fatti, diligentemente ottenuti, giudiziosamente osservati, non possonsi opporre che altri fatti. Quando questi mancano, quelli ricevono subito la precedenza, ed i filosofi cedono senza gelosia. Così, malgrado la stessa rivalità, comunque potente sempre volgare della politica, le riforme del Davy sono state accolte nella patria di Lavoisier con zelo non inferiore a quello che quivi brillò alle scoperte dell' aria *deflogisticata* e degli altri fluidi elastici dovute al Priestley. Così il sistema metrico francese va conquistando la ragione universale. Così, mentre in Inghilterra si equipaggiavano flotte e legioni assoldavansi contra gli americani, quivi le dottrine si professavano di Franklin sulla elettricità.

	ERRORI	CORREZIONI
Pag. 62 lin. 17	termometro ed aria	termometro ad aria
71	*al margine* Welle	Wells
97 lin. 19	attrazien	attrazion
103 lin. 23	neva	Neva
115 lin. 24	uno	una
149	*al margine* corporazione	evaporazione
150 lin. 17	Formy	Fourmy
183 lin. 18	picoili	piccioli
201 lin. 27	presentante	presentato
218 lin. 32	alcuno	alcuni

NOZIONI ELEMENTARI

DI

FISICA

LIBRO PRIMO

INTRODUZIONE ALLO STUDIO DELLA NATURA

CAPO I.

Dottrine preliminari

1. La unione degli esseri creati armonizzata dalle leggi alle quali Dio suggettò il meccanismo di questo tutto constituisce la natura, ovvero l'universo. — Natura

2. Diconsi corpi gli oggetti che mettono in esercizio l'uso dei nostri sensi. La luce ed il monte che vedo, l'aria che porta all'orecchio mio la impressione sonora, il frutto che io tocco, che odoro, che gusto sono tanti corpi. Sostanze anche i corpi si dicono. — Corpi

La corporeità è talora molto sottile. In fatti sento l'azione dell'aria, ma non vedo questo corpo; vedo la luce, ma non la tocco.

I corpi considerati insieme hanno la denominazione generale di materia. — Materia

Tutto quello di cui un corpo si compone dicesi la materia di tal corpo.

3. Fenomeni diconsi tutti gli effetti che si osservano in natura. — Fenomeno

propietà

4. Ogni fatto inerente ad un corpo dicesi propietà di questo.

Definizione della Fisica

5. La Fisica è lo studio delle propietà dei corpi, o vero della materia; dei diversi stati ne' quali questa si presenta e dei fenomeni di essi; dei più generali rapporti che si sviluppano tra' corpi a distanze costantemente sensibili. *Phisis*, voce greca, significa natura.

Terra o globo

6. Terra o globo chiamiamo quella parte della natura, o dell' universo, composta di mari e di continenti sulla quale siamo constituiti. La sua figura è una sferoide, presso a poco come una melarancia. È schiacciata ai poli, rilevata all'equatore. L' aria che la circonda e quanto è nell' aria contenuto fanno parte di lei.

Spazio

7. Diremo spazio tutto ciò dove materia è contenuta. Lo spazio infinito è il contenente universale dei corpi. Ogni contenente parziale di corpi, ovvero parte dello spazio infinito, diremo spazio limitato. Lo spazio occupato da un corpo diremo luogo di questo. La linea per cui veggo trasferirsi un corpo è una successione di contenenti parziali del corpo, cioè di spazii limitati, e con la voce singolare di spazio anche si esprime. Quindi lo spazio generale della materia; quindi lo spazio occupato da quell' albero; quindi lo spazio percorso da quella ruota.

Ciò che non contenesse materia e che potrebbe contenerne sarebbe lo spazio vôto.

Natura particolare

8. Natura particolare di un essere direte il complesso della sua formazione, delle propietà sue, e di tutto quello che dagli altri esseri lo distingue.

Propietà generali e particolari dei corpi

9. Sotto la denominazione di propietà generali dei corpi riconoscerete alcuni fatti inerenti a tutt' i corpi e sempre costanti.

10. Per propietà particolare intenderete un fatto inerente ad un corpo, o ad una o più classi di corpi, ma non comune a tutti.

11. Le propietà generali dei corpi sono l'estensione, la divisibilità, la impenetrabilità, la porosità, la mobilità, l' attrazione.

Estensione

12. Il corpo, occupando certo spazio, ha lunghezza, larghezza, profondità, in ciò consiste la estensione.

Per la estensione i corpi non si possono immaginare senza superficie. La superficie porta seco la idea della figura.

Misura

13. Misurarè la lunghezza di un corpo significa determinare quante volte quella contenga una unità di misura, p. e. un metro. Lo stesso per la larghezza, e per la profondità. Lo stesso per le distanze.

Divisibilità

14. I corpi, essendo estesi, sono riducibili in parti: ecco la divisibilità. La divisibilità della materia supera quasi la nostra immaginazione. Riflettete agli odori: gli odori sono sensazioni prodotte dalle particelle invisibili ed impalpabili dei corpi che gli emanano, diffuse nello spazio odoroso.

Molecole primarie

15. La corporeità è l'effetto della unione delle molecole, cioè dei principii dei corpi ovvero della materia. Immaginate un corpo di natura immutabile ridotto in particelle della ultima picciolezza. Alla dea di tali minutissime particelle della materia attaccarete la voce molecole.

16. I corpi essendo figurati, le molecole di che sono composti debbono essere figurate.

17. Ancorchè manchino i mezzi per distinguere le molecole di un corpo una dall'altra, e così esaminar la materia, pure l'osservare che alcuni corpi, malgrado qualunque operazione cui possano andar suggetti, non cambiano di natura, ci porta alla conseguenza, che quante sieno le sostanze che non cambiano di natura, in tante diverse specie debbano le molecole andar distinte.

18. Sono le molecole dure, infrangibili, ed immutabili. ,, Se queste potessero consumarsi o frangersi la natura delle cose che da loro dipende certamente cambierebbe. Perchè durevole esser possa la natura, la scomposizione dei corpi deve solo giudicarsi consistere in differenti separazioni, e nuovi accozzamenti e movimenti di queste permanenti particelle: poichè i corpi non sono suggetti a rompersi nel mezzo di esse; ma bensì nei punti dove stanno congiunte (1) ,,. A queste molecole aggiugnerete l'epiteto di primarie.

Molecole secondarie

19. Oltre i principj dei corpi direte anche molecole i risultamenti delle prime unioni fra quelli, che supporrete come tanti piccioli gruppi; ma li distinguerete denominandoli molecole secondarie, le quali constano, o di molecole primarie omogenee, o di molecole primarie eterogenee.

Molecole integranti, molecole costituenti

20. In un corpo che consta di molecole omogenee le molecole indicherete con l'epiteto d'inte-

(1) *Newton Opt. lib. III. quaest. 31.*

granti. In un corpo che consta di molecole eterogenee le molecole dirette constituenti.

21. L'esperienza dimostra che lo spazio occupato dalla materia di un corpo, finchè questo è in quello, non si può occupare da altra; cioè che due porzioni della materia si escludono vicendevolmente dallo stesso luogo. Ecco la impenetrabilità. Una pietra che lasciasi cadere nell'acqua non penetra l'acqua, ma solo si fa luogo in mezzo a quella. In effetto se il recipiente sarà un vase a collo stretto, avvenuta la immersione della pietra, l'acqua si eleverà in modo evidentissimo. Un chiodo che si conficcasse in una tavola od in un pezzo di argilla, per formare il propio luogo non penetra la materia del corpo in cui sta fitto, ma solo preme le molecole fra le quali s'interpone, restringendo i pori a lui vicini. Il fatto diviene evidente se si vogliano estrarre ed osservare le parti che circondano il buco operato dal chiodo.

Impenetrabilità

22. La materia non è assolutamente continua. Fra le molecole di un corpo vi sono sempre delle distanze.

Porosità

Se dar si potessero corpi ne' quali la materia fosse continua, questi esser dovrebbero i corpi più densi. Ma l'oro ed il platino, nei quali riconosciamo le sostanze le più dense, si lasciano penetrare dall'acido nitro-idroclorico, e dal mercurio: ciò che, conciliato con la impenetrabilità della materia, deve nel platino e nell'oro farci supporre interstizii vôti della loro sostanza. Dunque la materia non è continua.

Più: una foglia di oro da doratura osservata

col mezzo del microscopio è così sparsa di picciòli vôti che sembra fosse una rete.

Queste interruzioni della materia diconsi pori.

23. Crediamo i pori seguire l'ordine delle molecole. Altri ne ammettiamo fra le molecole primarie, e questi non sono per noi osservabili, poichè non possiamo vedere i punti nei quali quei minutissimi principii dei corpi si avvicinano tra loro. Un ordine di pori maggiormente sensibile presentasi fra le molecole secondarie.

Queste regole generali non possono includere che uniforme sia la porosità della materia. Altri corpi sono più, altri meno porosi.

Massa, densità, volume

24. Massa di un corpo è la materia di un tal corpo.

Densità è una voce che specifica la quantità di materia della massa.

Il volume è la intera estensione del corpo.

25. Quindi i pori di un corpo dalla massa no, dal volume si comprendono. Il volume tanto è più grande della massa, quanto è grande la somma dei pori.

Quanto un corpo di una data estensione, senza crescere di massa, avanza di volume, tanto dovete considerarlo meno denso relativamente alla prima sua estensione; ed a ricontro quanto si restringe nel volume, senza diminuire di massa, tanto cresce di densità relativamente alla sua prima estensione.

Mobilità, attrazione

26. La mobilità è la facoltà che hanno i corpi di entrare in moto; l'attrazione è la tendenza che hanno ad avvicinarsi.

CAPO II.

Moto

27. Il passaggio di un corpo da un luogo in un altro dicesi generalmente moto.

Moto assoluto, moto relativo

28. Il moto di un corpo o si riferisce al tutto, o solo alle parti. Esempii : una carrozza tirata da cavalli cambia continuamente di luogo e di oggetti circostanti, moto assoluto; le ali di un molino a vento girano nel medesimo luogo, e solo ciascuna delle parti giranti di quello passa successivamente da un luogo in un altro, scorrendo i punti tutti della circonferenza del cerchio ch' ella descrive, moto relativo.

Quiete

29. La quiete o riposo è lo stato di un corpo privo di un moto.

Quiete assoluta, quiete relativa

30. Della quiete assoluta avete idea. Quiete relativa : un uomo seduto in una nave che valica il mare è in istato di quiete relativamento alle parti della nave, ma si muove scorrendo con la nave per una successione di spazii diversi.

Tempo

31. Il tempo è la successione delle esistenze misurata dal moto. Immaginando la successione continua di molti esseri, e rappresentandoci l' esistenza del primo A distinta dalla esistenza del secondo B, e quella del secondo B distinta dal terzo C, e così di seguito, noi avvertiamo che di tali esseri due non esistono insieme giammai; ma bensì che avendo cessato di esistere A succede tosto B, e che avendo cessato di esistere B succede tosto C ec. Così pos-

siamo formarci la nozione di quell' essere che chiamasi tempo.

Tempo assoluto, tempo relativo

32. Il tempo assoluto è il tempo considerato per se stesso senza rapporto con i corpi e co' movimenti loro. Il tempo relativo è la misura di ogni durazione resa sensibile col mezzo del moto.

Velocità

33. Il rapporto che passa tra lo spazio che scorrono i corpi in moto, ed il tempo che questi impiegano a scorrerlo direte velocità. Un corpo in moto in una unità di tempo, p. e. un minuto secondo, percorre lo spazio X? Il rapporto che passa fra la durata del minuto secondo e lo spazio X offre la velocità del corpo, cioè nello spazio X percorso dal corpo si esprime la velocità di quello.

Due corpi in moto sono ugualmente veloci se in uno stesso tempo, o in tempi uguali, descrivono spazii uguali, sono inugualmente veloci se in uno stesso tempo, o in tempi uguali, descrivono spazii disuguali.

Applicazione ad un oriuolo

34. Immaginate una palla di avorio sino a che esiste l' essere A (§. 31) scorrere uno spazio qualunque: tale spazio rappresenterà la misura della esistenza dell' essere A. Supponete poi la palla scorrere un secondo spazio uguale al primo fino ch'esista l'essere B: tale spazio rappresenterà la misura della esistenza B. Prolungate l' esempio. Ecco i tempi A, B, ec. misurati dal moto della palla, e la velocità della palla espressa dagli spazii percorsi da questi in tempi uguali. Applicate ora la idea degli esseri A, B, ec. ai segni dei minuti del quadrante di un oriuolo, il moto della palla allo scorrere dell' indice dei minuti, e gli spazii descritti dalla palla

agl' intervalli fra un minuto e l' altro. Eccovi nell' oriuolo un esempio del tempo, del moto, e della velocità.

Forza

35. Qualunque moto è prodotto da una cagione. A qualunque causa del moto si dà il nome di forza.

Delle varie forze

36. Molte sono le forze che osserviamo in natura. Forze di origine conosciuta. La forza della volontà nell' uomo e quella dell' istinto nei bruti : la volontà e l' istinto produr possono movimenti muscolari : per l' una porgo la mano all' amico, per l' altra il cane battuto avventasi contro colui che lo batte. Nella mobilità unita alla impenetrabilità abbiamo altra origine di forze : si percuotano due corpi impenetrabili tra loro, p. e. due palle di legno, essi eserciteranno uno contro l'altro delle forze opposte, ciò che comprenderete meglio dopo che avrete scorsi i §§. 45. e 46. Possiamo dire anche forze di origine conosciuta le azioni del calorico, della luce, della elettricità, del magnetismo. Forze di origine ignota. Quella che produce la caduta dei corpi verso il centro della terra, e fa girare gli astri, quelle che delle moltiplici composizioni e scomposizioni dei corpi sono cagione.

Inerzia

37. La materia è per se incapace di cambiare lo stato di moto o di quiete nel quale si ritrova : e resterebbe in quello di continuo se cause indipendenti da lei non la obbligassero a cambiarlo. Questa indifferenza della materia al moto ed alla quiete si dice inerzia. Tali cause pei corpi inorganici e pei corpi morti sono sempre esterne. Ne'corpi

animali viene dall' istinto e dalla volontà, cause interne.

Moto semplice e composto

38. Il moto o è semplice, o è composto. È semplice quando risulta da una forza, o anche da più forze, purchè tendano a portare il corpo ad un solo punto. È composto allorchè due o più forze sollecitano il corpo secondo varie direzioni.

Rettilineo e curvilineo

39. Il moto è rettilineo quando il corpo descrive linee rette, curvilineo quando il corpo descrive linee curve.

Leggi del moto

40. Le leggi del moto sono le regole che nel moversi seguono costantemente tutt' i corpi. Furono determinate dal Newton.

La prima c' insegna che ogni corpo in movimento rettilineo conserva lo stato suo, di moto o di quiete, e la sua direzione finchè una causa non venga a disturbar quello stato.

La seconda legge del moto c' insegna qualunque cambiamento di moto essere proporzionale alla forza che lo produce, ed avvenire secondo la direzione operata da questa.

La terza c' insegna l'aziono essere sempre uguale e contraria alla reazione.

Queste leggi sono stabilite sulla inerzia: la prima n' è anzi una conseguenza evidente. La seconda nasce dalla prima: in fatti da che un corpo per se stesso mutar non può il propio stato, se sopraggiugne una causa ad operare il cambiamento di quello stato, l' impressione nuova, tutta da tal causa dipendendo, esser dovrà in proporzione con questa. La terza esprime quella resistenza che oppone un corpo ad altro corpo che obbligar lo vuole a cam-

biare stato : e quì sarà d' uopo avvertire l' azione di tal corpo sopra dell' altro non essere tutta la sua forza, ma semplicemente quanto basta ad operare la resistenza. Che se il primo poi cede ed ubbidisce al secondo, il fenomeno è l' effetto dell' eccesso di forza rimasto al secondo sulla intera forza del primo.

Esempio di due forze che producono il moto semplice

41. Il corpo *a* (*fig.* 1) soffra l' azione di due forze, amendue nella stessa direzione come *b*, *c*. Esso, senza cambiar direzione, si moverà con una forza uguale alla somma di *b* e di *c*. Questo è un moto semplice risultante da due forze che tendono a portare il corpo ad uno stesso punto.

Moto composto

42. Le due forze *b*, *c* (*fig.* 2), avendo per iscopo *a*, agiscano in senso contrario fra loro. Se sono uguali, l' azione dell' una estinguerà l' azione dell' altra; se diverse, l'effetto risultante sarà uguale alla loro differenza diretto nel senso della forza che prevale.

Il corpo *a* (*fig.*3) soffra l' azione di due forze, una lo spinga verso *b*, l' altra verso *c* : il risultamento delle due azioni sopra il corpo sarà descriver questo la diagonale di un parallelogrammo constituito con linee corrispondenti alle forze.

La *figura* 4 è un esempio di due forze che tendono in parte a distruggersi, in parte ad unirsi : il risultato sarà nel senso dell' antecedente.

Con queste basi è agevole determinare l' effetto risultante da qualunque numero di forze agenti sopra un punto. Si comincerà sempre con trovare l'effetto risultante da due forze, poi questo si comporrà con un terzo, e così di seguito.

Sieno parallele le due forze (*fig.* 5) *c d* agenti sopra il corpo continuo *a b*. L' effetto risultante *e f* sarà proporzionale alla somma delle medesime, e seguirà la loro direzione.

Con queste basi avrassi come instituire un raziocinio per comporre insieme molte forze parallele. Si comincerà con unire due forze, poi il risultato si unirà ad una terza, ec.

Moto uniforme, accelerato, ritardato

43. Il moto è uniforme quando il mobile, o corpo che si muove, descrive spazii uguali in tempi uguali. È accelerato o ritardato quando il mobile in tempi uguali descrive spazii che successivamente si aumentano o si diminuiscono. Una palla di avorio che in due minuti secondi scorra la metà della lunghezza di un bigliardo, ed in due minuti secondi a quelli successivi ne scorra l' altra metà offre la idea del moto uniforme. Se la medesima palla in cinque minuti secondi scorresse la metà della lunghezza del bigliardo, ed in altri cinque lo scorresse tutto, il secondo moto sarebbe accelerato relativamente al primo. In fine se questa palla in sei minuti secondi scorresse la intera lunghezza di un bigliardo, ed in altri sei ne scorresse due terzi, il secondo moto sarebbe ritardato relativamente al primo. Quello che qui si accenna di una palla in due tempi successivi si può supporre di due o più palle in un tempo stesso.

Moto curvilineo

44. Un corpo in moto abbandonato a se stesso descrive una linea retta. Ma se ad ogn' istante del suo corso si presentasse un ostacolo che cambiasse la sua direzione? In questo caso descriverebbe una linea curva. Il moto curvilineo avviene dunque a

quel corpo che, durante il suo moto, è ad ogn'istante obbligato a cambiar direzione.

Per avere una idea del modo onde calcolare il moto curvilineo si considera la curva come un poligono (*fig.* 6) d' infiniti lati, ciascuno dei quali sia scorso con un moto uniforme.

Dell' urto

45. L' urto è la percussione che un corpo riceve da un altro. A percuotere bisogna il corpo sia in moto. L' effetto dell' urto è il moversi della materia urtata. L' esperienze sull' urto si fanno con le così dette macchine di percussione, delle quali le precipue sono composte di una, o più palle liberamente pendenti.

Urto centrale, urto diretto

46. Per la terza legge del moto (§. 40) all'urto di due corpi succede una trasmissione di moto dall'uno all'altro. L' urto dicesi centrale quando i corpi prima dell' urto si muovono in modo che una linea retta attraversi i loro centri di gravità, e l'urto avvenga in questa linea : dicesi diretto quando le superficie che si urtano, nella parte in cui s' incontrano, sono perpendicolari alla direzione del moto.

Equilibrio

47. Equilibrio dicesi lo stato di quiete che in un corpo si produce nel contrasto di forze uguali e contrarie, delle quali ciascuna lo chiama ad ubbidire all' azione di lei. Da che una delle cause motrici aumentata supera la già uguale resistenza, obbligato il corpo ad ubbidirla entra in moto : questo accidente col nome di squilibrio viene distinto.

48. Sia *a* (*fig.* 7) una forza, *b* un' altra, amendue uguali. Agiscano contemporaneamente sulla medesima linea verso il corpo libero *c*. Questo corpo resterà immobile, cioè in equilibrio.

Se sul corpo libero agiranno più forze parallele avverrà equilibrio allorchè una di esse, qualunque, sarà uguale e contraria all' azione complessiva di tutte le altre.

Quando il corpo libero sarà sollecitato da varie forze variamente dirette avverrà equilibrio se ciascun complesso (sistema) delle forze in che si suddivide l' azione, potrà considerarsi come un equilibramento parziale.

Delle macchine

49. Vi è l' equilibrio dei corpi soggetti ad uno o a più punti fissi. Questo genere di fenomeni è agevolato dalla scienza delle macchine. Delle macchine altre sono semplici, altre composte.

Le macchine più semplici sono la leva, la carrucola, ed il piano inclinato.

La leva è una verga inflessibile, diritta o curva, mantenuta da un ostacolo intorno al quale può ella girare in ogni senso. Si adopera molto per mettere in equilibrio due forze che non sieno perfettamente opposte e che abbiano il punto di appoggio in un medesimo piano. Così due forze uguali e parallele a, b (*fig.*8), applicate alle due estremità di una verga inflessibile a ugual distanza dal punto di appoggio c, si equilibran fra loro. Sopra questi dati è stabilita la bilancia ordinaria a due bacini.

La carrucola è un circolo solido scannellato nella circonferenza, ed attraversato nel centro da un asse perpendicolare al piano delle sue superficie. Può considerarsi agire come una leva.

Il piano inclinato è un piano inflessibile sul quale il corpo, ricevendo porzione di ostacolo alla caduta perpendicolare, può scorrere liberamente (*fig.* 9).

Tutte le altre macchine sono combinazioni delle macchine quì accennate.

50. Alla nostra osservazione si offrono tanti corpi in riposo. Ora potrebbe dirsi la mobilità non esprimere una propietà del corpo, ma bensì uno stato in cui il corpo si può ritrovare? Nò. I corpi in riposo esprimono l' equilibrio di più forze, o la sospensione reciproca dei loro effetti relativamente alla materia equilibrata. Nel corpo in riposo non manca la forza motrice. Situate un corpo sopra un piano orizzontale: esso sta in istato di quiete risultante dall' equilibrio suo con il piano. Togliete il piano sottoposto, il corpo cadrà verso la superficie della terra.

Il moto avviene in due modi

51. Quindi il moto avviene in due modi: o per l' effetto di forza semplice o composta che opera su di lui per un tempo determinato e poi l'abbandona; o per l' effetto di forza che sta sempre in lui e si manifesta solo quando la causa che il teneva in equilibrio viene distrutta.

CAPO III.

Attrazione. Gravità

52. Osserviamo un' altro genere di moto appartenente ed a tutt' i corpi ed individualmente a tutte le molecole. Esso avviene senza che in loro o fuori di loro si manifesti la cagione per cui si muovono, e si esprime nella reciproca tendenza ad avvicinarsi che tra' corpi e corpi si esercita, tra molecole e molecole. Attrazione lo denominerete. L' attrazione è

la causa fisica dell' armonia universale. Essa lega insieme gli elementi della materia e forma i corpi; essa unisce i corpi terrestri e compone il globo, ovvero la terra; essa tutt' i globi mondiali fa muover fra loro con un ordine costante e constituisce la natura. Creduta probabile da Bacone, il Newton la scoprì, la rese evidente, l' applicò al cielo ed alla terra.

Gravità

53. L' attrazione tra i corpi dicesi gravità. Una pietra scagliata in aria scende rapidamente e perpendicolarmente verso la terra. Un pendolo che si fa scendere verso la cima di un alto monte, attirato da questo, devia dalla perpendicolare. Amendue effetti della gravità.

Leggi della gravità

54. La gravità è in ragion diretta della masse cioè, di due corpi gravitanti fra loro, il corpo che ha più quantità di materia supera l' attrazione di quello che ne ha meno, in un modo proporzionato alla eccedenza della sua quantità di materia sulla quantità di materia di quello.

Però l'attirarsi scambievole dei corpi gravitanti sottintende che le masse minori, sebben superate dall' attrazione delle maggiori, pure agiscano sulle parti di queste attraendole dal loro lato per quanto alla gravità della loro materia è possibile.

55. La gravità segue la ragione inversa del quadrato della distanza; cioè come la distanza fra'corpi si aumenta, così la forza attrattiva decresce secondo il quadrato di tal distanza. Quindi se la distanza è doppia la gravità si riduce al quarto, se è tripla al nono, se è quadrupla al sedicesimo, ec.

Sfera di attività della gravità

56. La sfera di attività, trattandosi di gravità,

è lo spazio nel quale un corpo è efficace ad attrarre un altro.

Modo di azione della gravità

57. A ben penetrare il modo di azione della gravità dovrete questa considerare esser la somma delle attrazioni delle molecole dei corpi gravitanti. Supponete una sfera di strati concentrici. Supponete uno di questi strati *a b c* (*fig.* 10) di cui tutte le parti esercitino attrazione in ragione inversa del quadrato delle distanze sopra una molecola *m* sita fuori del corpo ad una qualunque distanza. Dimostra il Newton che l'attrazione totale risultante da tutte le attrazioni particolari relativamente alla molecola *m* è come se tutte le molecole attiranti si ritrovassero riunite nel centro *d*. In fatti supponete queste vadano tutte a situarsi in *d*: risulterà che le attrazioni di quelle ch'erano più del centro vicine alla molecola *m*, a cagione dell'aumento di distanza, si diminuiranno; mentre le attrazioni delle molecole più lontane che il centro aumenteranno. Or abbiamo dalla geometria che in questo caso si stabilisce un compenso perfetto fra le attrazioni che scemano e quelle che ricevono accrescimento. Ritorniamo alla sfera. Applicate a ciascuno strato l'esposto ragionamento. Ne risulterà che tutta la sfera agirà sulla data molecola esteriore come se tutta la sua materia fosse riunita nel centro *d*. Il punto nel quale bisognerebbe considerare come riunita la materia della sfera dicesi centro di azione.

58. Che se vorrete considerare altra la figura del corpo attraente, sempre il centro di azione sarà nell'interno di quello ad una distanza determinata dalla superficie; e se alla molecola *m* piaceravvi so-

stituire un corpo di certa estensione, l' attrazione dei due corpi sempre seguirà la ragion diretta delle masse, l' inversa dei quadrati delle distanze fra i loro centri di azione.

Quesito

59. I corpi tendono ad avvicinarsi fra loro: la loro attrazione segue la ragion diretta delle masse, e l' inversa dei quadrati delle distanze. Or fra due corpi non di gran volume, sospesi liberamente ed a piccola distanza fra loro, il fenomeno non si osserva. Onde ciò? Si risponde che tai corpi sono come punti in paragone all' attrazione della terra, e che questa, superando immensamente l' attrazione fra quelli, la rende insensibile. D' altronde il Cavendish è riuscito a conoscere e misurare gli effetti dell' azione reciproca di quei corpi, rendendo uno di essi mobile alla impulsione della più picciola forza. Egli si è servito di una verga terminata da due globi di rame o di ferro, sospesa liberamente ad un filo metallico. Questa per effetto dell' azione che due palle di piombo esercitavano sopra di lei soffriva un moto oscillatorio sensibilissimo.

Acceleramento del moto durante la caduta di un corpo

60. Un corpo in moto tende a conservare lo stato in cui si trova. Sia uniforme quel moto: il corpo percorrerà spazii uguali in tempi uguali. Ma venga mosso da una forza agente senza interrompimento sopra di lui, e le cui azioni sieno anche uguali in tempi uguali: in questo caso la sua velocità crescerà in modo uniforme. Ora, facendosi cadere un corpo da un luogo elevato, un acceleramento ne risulterà dello stesso genere, e la velocità si accrescerà uniformemente in proporzione de' numeri dispari 1, 3, 5, 7, 9 ec.

61. Cada una pietra prima dall'altezza di dieci, poi dall'altezza di cinque metri. Gli spazii che percorrerà prima saranno il doppio di quelli che percorrerà dopo. Sieno p. e. quelli divisi in venti parti, questi in dieci. Esaminiamo la seconda caduta. L'acceleramento del moto fino all' ostacolo che se gli opporrà dal suolo sarà in questo senso 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19. Quindi l'urto al momento dell' ostacolo sarà proporzionato all' aumento di 19. Esaminiamo la prima caduta. L' acceleramento del moto finchè la pietra tocchi il suolo sarà il seguente 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39. Quindi l' urto al momento dell'ostacolo sarà proporzionato all'urto di 39. Vedete così una pietra che cade essere tanto maggiormente a temere, quanto cade maggiormente dall' alto.

Applicazione

Questa teoria può ricevere mille applicazioni. Voi deducete da lei non esser possibile che un animale cada dall' alto senza sicuro pericolo.

Centro di gravità.

62. La gravità di ogni molecola considererete come una forza agente sopra di lei in direzion verticale. Quindi tutt' i corpi terrestri sono dalla gravità sollecitati a scendere verticalmente. La loro direzione è verso il centro della materia del globo, il centro della terra. La ragione del fenomeno risulta dalla teoria della gravità.

63. Il punto in cui s' impediscono reciprocamente le forze che costituiscono l' equilibrio di un corpo, ovvero il punto dove le parti tutte di una massa tengonsi equilibrate, dicesi centro di gravità di quel corpo.

A mettere in rapporto un centro di gravità col centro della terra si adopera il filo a piombo.

64. Determiniamo il centro di gravità di un corpo. Sia questo sospeso ad un filo. Un corpo sospeso ad un filo per mantenersi in equilibrio ha d'uopo la direzion del filo passi per il centro di gravità. Ciò posto sospendete il corpo al punto *a* (*fig.* 11) ed *a b* sia la direzione del filo: il centro di gravità esser deve in qualche punto di *a b*. Sospendete ora il corpo al punto *d*, o sia *d f* la direzione del filo: il centro di gravità sarà anche in questa linea. E perchè le due direzioni del filo passano per il centro di gravità, come avviene le due rette s' intersechino, così conchiuderete il centro di gravità trovarsi alla intersecazione e unico punto dove si toccano le medesime.

65. Il centro di gravità sovente è nell' interno del corpo. Nei corpi regolari di massa omogenea è al centro della figura. Talora è esterno: così in uno anello.

66. Veggo il campanile di Pisa inclinato e sostenersi in equilibrio? Conchiudo esista in esso una linea che passando pel suo centro di gravità sia verticale al centro della terra.

67. Il centro di gravità dell' uomo in piedi che abbia le mani pendenti è nel basso ventre, presso a poco fra le due anche.

Cenno sui pendoli

68. Comprendete la gravità mantenga in direzione verticale il corpo sospeso ad un filo. Or questo sempre che, allontanato da tal direzione, è liberamente abbandonato a se, ritorna a quella. Ciò anche avviene per la gravità. Sopra di tal base è ap-

poggiata la teoria de' pendoli. Il ripetuto andare e venire di un pendolo mosso ed abbandonato a se stesso constituisce ciò che dicesi oscillar del medesimo. Per oscillazione altri intendono l'andata ed il ritorno, altri o la sola andata o il solo ritorno del corpo pendente. I pendoli o sono sospesi ad un cordone, o attaccati ad una verga metallica. Le oscillazioni hanno le loro ragioni nella forza motrice, e nel concorso della gravità che chiama il corpo pendente in direzion verticale, e nella resistenza del filo o verga cui sta quello sospeso. Le oscillazioni esprimono un moto curvilineo, descrivono tanti archi. Mosso in moto il pendolo, le sue oscillazioni non finirebbero più se la resistenza dell'aria e la deflessione comunque piccola del filo verso il punto dov'è sospeso (centro di sospensione) non rallentassero il moto fino a che vada a cessare.

69. Dalla teoria del pendolo risulta, I. le oscillazioni essere tutte a' nostri sensi uguali, ovvero isocrone, denominazione tratta dalle voci greche *isos* uguale e *cronos* Saturno, tempo; II. nel vôto la massa, la grandezza, la figura del corpo pendente non influire sulla durata delle oscillazioni, III. il tempo di una oscillazione cambiare al cambiare della lunghezza del pendolo.

70. L'isocronismo delle oscillazioni del pendolo è il più sicuro mezzo che abbiamo per misurare il tempo, e quindi gli orologi.

71. Applicato il pendolo a ricerche sulla gravità, con l'aumento delle oscillazioni, ci addita la maggior azione di quella. Quindi se in un dato tempo uno stesso pendolo dà un dato numero di oscil-

lazioni a Parigi, e trasportato in America, in tempo uguale ne dà a Lima un numero inferiore, conchiuderà l' osservatore l' azione della gravità essere più forte a Parigi che a Lima.

Il pendolo presso le grandi catene di montagne devia dalla direzion verticale. Questo indica la forza attrattiva delle montagne sul corpo del pendolo.

Sulle più alte montagne le oscillazioni del pendolo si rallentano alquanto. Ciò significa che la gravità troviamo diminuita a misura che ci allontaniamo dal centro della terra.

Gravità assoluta

72. La gravità nei corpi che cadono presenta la gravità assoluta, quando esercita il suo potere libero dalla resistenza dell' aria. Allora ella agisce ugualmente sopra ciascuna delle molecole dei corpi cadenti e questi, ancorchè varii nella rispettiva quantità di materia, saranno ugualmente veloci. Votando di aria per quanto è possibile un cilindro di vetro, ciò che si ottiene col mezzo della macchina pneumatica, e facendo movere contemporaneamente in esso dall' alto in basso una piuma ed un pezzo di piombo, questi giugneranno al fondo del cilindro senza che osserviate differenza nella durazione delle loro cadute.

Gravità relativa, ovvero peso

73. D' altronde lascinsi cadere all' aria libera i due corpi: avrete la gravità relativa, ovvero il peso. La gravità in questa circostanza non si esercita ugualmente sopra ciascuna delle molecole, ed i due corpi cadenti non sono ugualmente veloci. Imperocchè I, l' aria oppone certa resistenza, ed estingue una parte della gravitazione delle masse cadenti; ciò che fa supporre in alcune molecole di tali masse la

gravità equilibrata dalla resistenza esterna, e perciò non esercitarsi ugualmente sopra tutte le molecole: II, la resistenza dell'aria ai corpi che cadono è vinta in ragione delle masse di questi; e perchè il piombo ha più massa che la piuma, il piombo supererà la resistenza dell' aria innanzi che la piuma, e per conseguente l'uno cadrà prima dell' altra. Il peso definiamo la somma delle parti sulle quali la gravità esercita il suo potere. Esso esprime insieme e la densità della massa, e lo sforzo della massa contro la resistenza esteriore.

74. Dall' anzidetto risulta il peso essere vario secondo la varietà delle masse: più massa più peso, meno massa peso minore. Risulta ancora la caduta dei corpi maggiormente pesanti esser più celere di quella dei corpi che pesano meno.

75. Pesare un corpo significa determinare con la bilancia quante volte il suo peso contenga una unità conosciuta, per esempio un chilogramma.

CAPO IV.

Attrazione. Gravità specifica

76. Gravità specifica, o peso specifico di un corpo è il peso di un dato volume di quello comparato al peso di un egual volume di un altro, il quale denominerete termine di comparazione, o unità di peso specifico relativa ai corpi coi quali è messo in rapporto.

77. Pe' solidi che non isciolgonsi nell' acqua, e pe' liquidi il termine di comparazione è l' acqua ri-

Unità di peso specifico

dotta alla purità maggiormente possibile e ad una data temperatura. Brisson adotta la temperatura di 14 gradi del termometro di Reaumur (17 , 5 del term. centigrado) (1). Per i fluidi aeriformi, cioè per l' aria e per i gas, fluidi imitanti il modo di essere dell'aria, termine di comparazione Biot ed Arago scelgono l' aria alla temperatura di o. E perchè lo sperimento esige i solidi sieno tuffati nel fluido che servir deve loro di misura, pe'solidi che l'acqua discioglie, p. e. i sali, si usa qualche altro liquido in cui quelli non si sciolgono, come l' alcool, l'olio di trementina, la nafta.

Metodo per determinare la gravità specifica di un gas.

78. A determinare la gravità specifica di un gas si adoperi il metodo seguente. Prendete un pallone di vetro munito di chiavetta colla quale possa chiudersi perfettamente. Tenendosi aperto avvitatelo sul piatto di una macchina pneumatica, e col mezzo di questa votatelo di aria nel modo il più possibilmente perfetto. Chiudete poscia la chiave, svitate il pallone dalla macchina, pesatelo e notate il peso: sia questo p. e. 2. Aprite quindi dolcemente la chiave a fine che il pallone si empia di aria. Indi, lasciando aperta la chiave, pesate il pallone di nuovo e notate il peso: sia esso 4. Paragonando i due pesi, nella eccedenza 2 del secondo sul primo 4 avrete il peso dell' aria introdotta nel pallone. Votate nuovamente il pallone col mezzo della macchina pneumatica, chiudete la chiavetta, e ripetete il primo peso 2. Fate poscia passare il gas nell' interno di una campana di vetro

(1) Il Termometro è un istrumento che serve a misurare il calore.

appoggiato sopra un tino pieno di acqua o di mercurio, munita di una chiavetta alla parte superiore. Avvitate il pallone alla campana innestando insieme le due chiavette, e così l'interno dell'una e dell'altra mettete fra loro in comunicazione. In tal modo il gas dalla campana passerà nel pallone. Empiuto di gas il pallone chiudetelo e separatelo dalla campana: Pesatelo: sia 3 questo peso. La eccedenza tra questi due pesi, cioè del 3 sopra il 2 esprimerà il peso del gas: laonde il gas peserà 1. Fate indi il paragone tra 1 peso del gas, e 2 peso dell'aria. Risultato: il peso specifico del gas sarà la metà del peso specifico dell'aria.

79. Per la esattezza della sperienza gioverà tener presenti questi ricordi. Nel pesare il pallone vôto dovrà osservarsi la pressione atmosferica, la temperatura dell'aria circostante, lo stato igrometrico cioè di umidità o di secchezza di quest'aria, la tensione ovvero la forza elastica, dei fluidi che, malgrado l'opera della macchina pneumatica, sono in picciola parte rimasti nel pallone allorchè si è estratta l'aria: questi fluidi possono essere o aria, o vapori acquosi che accompagnano l'aria, o un mescuglio degli uni e degli altri (1). Quando s'introdurrà il gas nel pallone dovrà osservarsi la pressione esteriore sul gas, la temperatura di questo, il suo stato igrometrico;

(1) La pressione atmosferica, ovvero il peso dell'aria, si osserva col barometro; la umidità o secchezza dell'aria si conosce con l'igrometro; per vedere la elasticità dell'aria e dei vapori la macchina pneumatica, il manometro ed altri strumenti sono adoperati.

e quando s' introdurrà l' aria dovrà osservarsi la seconda e la terza di tali circostanze. Nel pesare il pallone pieno del gas si dovrà osservare la pressione atmosferica, la temperatura dell' aria circostante, lo stato igrometrico.

Metodo per determinare la gravità specifica d'un liquido

80. Per determinare il peso specifico di un liquido si procede in questo modo. Scelta per la esperienza una bottiglia con turacciolo smerigliato si pesa vôta di qualunque liquido. P. e. sia 6 questo peso. Indi si empie di acqua distillata alla temperatura di 14 gr. del term. di Reaumur, e si pesa: sia 10 il peso. Il peso dell' acqua sarà 4. Vôtata nuovamente la bottiglia si ripete il primo peso 6. Indi si empie del liquido che forma l' oggetto dello sperimento, e di questo si osserva la temperatura. Piena del liquido la bottiglia, pesi 7. La eccedenza fra i pesi della bottiglia vôta e della bottiglia piena del liquido, cioè di 7 sopra 6, vi presenterà il peso del secondo: per la qual cosa il liquido peserà 1. Fate quindi il paragone. Peso dell' acqua 4, peso del liquido 1. Risultato: il peso specifico di quel dato liquido, ad una data temperatura, è il quarto del peso specifico dell' acqua distillata, alla temperatura di 14 di Reaumur.

Metodo per determinare la gravità specifica dei solidi

81. Prima di venire alle norme per determinare il peso specifico di un solido giova tener presente che se un corpo, il quale a volumi uguali pesi quanto l' acqua, sospeso ad un filo s'immerge in questo liquido, esso non avrà bisogno il sostenga forza alcuna, perchè totalmente sostenuto dall' acqua. L'acqua esercita sopra di lui lo stesso sforzo ch' esercitava quando teneva in equilibrio il volume acqueo

di cui esso corpo ha preso il luogo. Dopo di ciò snpponiamo che il corpo, conservando il suo volume, divenga più pesante. L' acqua continuerà ad equilibrarsi con tutta la parte del peso del corpo che uguaglia il peso primitivo, ovvero col peso del volume acqueo tolto di luogo: per la qual cosa, se si peserà il corpo in tal circostanza, la quantità di peso che agirà sulla bilancia sarà la sola eccedenza del peso primitivo. Quindi se un corpo più pesante dell' acqua si pesa prima nell' aria e poi nell'acqua, perde in questa una parte del suo peso uguale a quello del volume di acqua tolta di luogo.

82. Il metodo accennato per determinare la gravità specifica dei liquidi vi servirà per conoscer quello dei solidi che non isciolgonsi nell' acqua. Vi varrete di una bottiglia o di ogni altro vase. Sarà però necessario che tal recipiente, qualunqne siesi, possa chiudersi a perfezione. Il solido potrà essere di un pezzo, o di più pezzi, ed anche in polvere. Ecco il procedimento della sperienza. Si determina il peso del corpo nell' aria, ed al momento del peso si nota il barometro ed il termometro. Si empie il recipiente di acqua distillata, ed alla temperatura di 14 di Reaumur si situa il corpo ed il recipiente pieno di acqua nel bacino della bilancia, mettendo nell'altro bacino il peso necessario per istabilir l' equilibrio. Si nota tutto. Fatto tutto ciò, si apre il recipiente e vi s' introduce il corpo. La presenza del corpo nel recipiente fa uscire da questo una parte di acqua. Si chiude il recipiente avendo cura di non lasciare delle bolle d' aria nel suo interno. Quindi asciugato

il recipiente, si rimette nel bacino della bilancia. Allora il bacino trovasi diminuito del peso dell' acqua che il corpo immerso ha fatto uscire dal vase che lo contiene. Si aggiugne al bacino il peso necessario per ristabilire l' equilibrio. Il peso aggiunto per ristabilir l' equilibrio esprimerà il peso del volume di acqua cacriato dal corpo immerso. Ora il peso del corpo nell' aria sia 400 grammi, e quello dell' acqua tolta di luogo sia 80 grammi: la gravità specifica del corpo, a dati gradi barometrici e termometrici, sarà tante volte più pesante di un volume di acqua distillata, e alla temperatura di 14 Reaum., quanto l'80 entrerà nel 400, e perciò nella proporzione di 1 a 5.

Peso apparente, peso reale

83. Tanto nel determinare il peso specifico dei liquidi, quanto in determinare quello dei solidi, noi valendoci del peso nell' aria, abbiamo indicato il peso apparente. Il peso reale di un corpo si osserva nel vôto. È a vostra cognizione l' aria opporre una resistenza ai corpi che cadono, che questa impedisce l' esercizio della gravità assoluta del totale della massa cadente. A dir vero in una parte della massa cadente s' imbatte l' aria cui la massa cadente è verticale, ed a questa ed al sito dove cade si frappone. Applicate al discorso una teoria analoga alla teoria esposta nel §. 73. Conchiuderete che un corpo pesato nell' aria pesa meno che un corpo pesato nel vôto. La differenza però è poco sensibile, e qui se ne fa cenno solo per le circostanze nelle quali abbia a tenersi conto di una estrema precisione.

Areometro del Fahrenheit

84. La gravità specifica dei liquidi si può anche

conoscere col mezzo dell'areometro di Fahrenheit (1). Questo istrumento è un tubo cilindrico di vetro (*fig.* 12) che nella parte inferiore si restringe a cono, e poi termina in una bolla di vetro *a*, e dalla parte opposta presenta un cilindro sottile. Una picciola quantità di mercurio chiuso nella bolla produce che il centro di gravità dell' istrumento sia molto più basso che il centro del volume. Per questa cagione quando l' istrumento è immerso in un liquido vi resta verticale senza cadere. Una linea *c* è segnata nella parte sottile dell' istrumento, ed il volume totale di questo è disposto in modo che affondi sino a quella nel più leggiero dei liquidi conosciuti, nell' etere solforico, che si stabilisce come unità della scala. L' istrumento s' immerge nel liquido che si vuol comparare con la unità determinata, p. e. nell' acqua. In questa circostanza l' acqua per la maggior sua densità opponendo all'instrumento resistenza maggiore di quella che opponeva il liquido unità della scala, l' instrumento non iscenderà fino alla linea *c*. A fare però che affondi fino a *c* si aggiugne un peso sopra il bacino, che forma un corpo con la parte sottile dell' instrumento, anzi che constituisce la di lui estremità superiore. Nel peso aggiunto sul bacino perchè l' instrumento tuffato nell' acqua scenda quanto scende nell' altro liquido, vi si offre la differenza delle gravità specifiche dei due liquidi. In fatti pesi l' areometro 100. Questo peso basterà a

---

(1) Il nome areometro deriva dalle voci greche *areos*, raro ovvero tenue, e *metron*, misura: quindi significa misura di corpi tenui.

farlo scendere nel liquido unità della scala fino al segno determinato. Dunque il fluido unità della scala colla immersione dell' areometro toccando la linea *c* esprimerà 100. Bisogni un peso addizionale 100 perchè l'areometro tuffato nell'acqua si affondi sino alla linea *c*. Dunque l' acqua con la immersione dell' areometro e con l' aggiunta a questo del peso di 100, toccando la linea *c*, esprimerà in densità 200. Quindi i due fluidi sono fra loro come 100 a 200, ovvero come 1 a 2. Quindi il peso specifico del liquido unità della scala troverassi la metà del peso specifico dell' acqua.

Areometro del Nickolson

85. A determinare il peso specifico dei solidi il Nickolson ha inventato un instrumento che con l' areometro del Fahrenheit ha molta analogia, e che col nome di areometro del Nickolson è conosciuto. Consiste questo (*fig.* 13) in un tubo *b c* di ferro bianco che nella sua estremità superiore è fornito di un filo di ottone su di cui si appoggia un picciolo bacino *a*. Questo filo verso la sua metà è segnato da una linea fatta con la lima *x*. Alla parte inferiore del tubo è sospeso un cono rovesciato *d e* concavo, e nell' interno stivato con piombo. Il peso dell' instrumento dev' esser tale che quando questo s' immerge nell' acqua una parte del tubo resti superiore al fluido. L' uso dell' instrumento e questo. Si mette nel bacino *a* il peso necessario perchè la linea *x* scenda a fior d' acqua : la quantità di peso qui accennata dicesi prima carica dell' areometro. Tolto questo peso si mette nello stesso bacino il corpo destinato alla esperienza, e che supporremo più denso dell' acqua. Poi si mette nel bacino a lato del corpo

il peso necessario perchè la linea *x* ritorni a fior d'acqua. Si sottrae allora questa seconda carica dalla prima, e la differenza darà il peso del corpo nell'aria. Si solleva l' areometro. Si situa il corpo nel bacino inferiore *e*. Poscia immerso di nuovo l' instrumento, si aggiungono nuovi pesi nel bacino *a* fino che la linea *x* ritorni a fior d' acqua. Questi pesi con quelli ch' erano già nel bacino *a* formano la terza carica della bilancia. Si sottrae da questa la seconda carica e la differenza risultante offrirà la perdita di peso che il corpo ha fatto nell' acqua, ovvero il peso del volume dell' acqua tolta di luogo, dopo di che si divide per questo peso quello del corpo pesato nell' aria e nel quoziente si ottiene la gravità specifica di cui si era in cerca. Il peso del volume di acqua sia 10. Il peso del corpo pesato all' aria sia 30. Il 10 entrando 3 volte nel 30, il corpo peserà il triplo dell' acqua.

L' uso della descritta bilancia può solo servire pei corpi il peso de' quali non eccede il peso della prima sua carica. Riflettete che, secondo la destinazione dell' instrumento, la eccedenza sarebbe incompatibile con le addizioni di peso necessarie a determinare il peso del corpo all' aria.

86. Volendosi pesare una sostanza più leggiera dell' acqua bisognerà attaccarla al bacino inferiore *e* in un modo da restarvi fissa. In questo caso il peso della parte di lei sottoposta all' esperienza, diviso per il peso del volume d'acqua tolta di luogo, darà un quoziente più picciolo che la unità.

87. Vi è anche il metodo per valersi di questo instrumento per conoscere la gravità specifica dei

corpi bibuli, come p. e. il gres comune. Esso consiste in fare imbevere il corpo di tutta l'acqua di cui è suscettivo, e poi procedere all'esperimento.

Esempii della indicazione delle gravità specifiche.

88. Il peso specifico di un corpo solido o liquido al quale comparasi quello di altri corpi si espone ordinariamente o con 1000, o con 10000, ciò ch'esprime un' *intero* suddivisibile in 1000, o 10000 parti. Così l'acqua, termine di comparazione di tanti solidi e liquidi, segnandosi con la indicazione 1 ovvero 1,000, l'argento battuto che pesa 10 volte e 474 millesimi più dell'acqua si segnerà 10,474.

Il peso specifico di un corpo aeriforme al quale comparansi quelli di altri corpi aeriformi si espone d'ordinario con un'*intero* suddivisibile in 100000 parti. Così l'aria atmosferica segnando 1, ovvero 1,00000, il gas acido carbonico che pesa 51961 centomillesimi più dell'aria si segnerà 1,51961.

Tavola di gravità specifiche

89. Gravità specifiche riportate in parte dal Brisson.

Acqua distillata (unità di gravità specifica) 1

A. *Corpi solidi metallici*

Platino puro battuto	20,722
Oro puro fuso	19,258
Oro puro battuto	19,361
Argento puro fuso	10,474
Argento puro battuto.	10,501

Rame puro fuso	7,788
Rame puro passato per trafila	8,878
Ottone fuso	8,395
Ottone battuto	8,544
Piombo fuso o battuto	11,352
Ferro fuso	7,207
Ferro battuto	8,778
Acciaio	7,833
Acciaio temperato	7,816
Stagno fuso	7,291
Stagno battuto	7,299
Zinco fuso	7,190

B. *Corpi solidi combustibili*

Solfo	1,990
Diamante bianco	3,521

C. *Corpi solidi pietrosi*

Cristallo di rocca	2,653
Pietra focaia bianca	2,594
Marmo di Carrara	2,716
Pietra di liais	2,077
Porcellana di Sevres	2,145

D. *Materie solide attinenti a corpi organici*

Cera bianca	0,968
Sego	0,941
Burro	0,942
Quercia verde	0,930

Quercia secca	1,670
Faggio	0,852
Prugno	0,785
Abete maschio	0,550
Abete femmina	0,498
Sughero	0,240

E. *Corpi liquidi*

Mercurio	13,586
Acido solforico concentrato	1,850
Acido nitrico concentrato	1,554
Olio di lino	0,940
Olio d' oliva	0,915
Spirito di vino del commercio	0,837
Etere solforico	0,715

90. Gravità specifiche di corpi aeriformi determinate dal Biot e dall' Arago,

Aria atmosferica (unità di gravità specifica)	1
Gas acido carbonico	1,51961
Gas ossigeno	1,10359
Gas azoto	0,96913
Gas ammoniaco	0,59669
Gas idrogeno	0,07321

CAPO V.

Digressione sul nuovo sistema di pesi e misure

91. La varietà dei pesi e delle misure essendo un ostacolo alla facilità del commercio preso nella più ampia estensione, i diversi pesi e le diverse misure non avendo appoggio a sicure unità, era consiglio suggettar gli uni e le altre ad un metodo uniforme ed invariabile. La Francia si offrì all'Europa in esempio. Il nuovo sistema metrico venne quivi pubblicato nel cadere del passato secolo. Molti furono i collaboratori in tanta opera, e tra questi il La Grange, il La Place, il Delambre, il Le Fevre de Gineau. La base, ovvero la unità del sistema, è tolta dalla natura. Ella è la parte diecimilionesima dell'arco del meridiano di Parigi compreso tra l'equatore ed il polo boreale. *Metro* fu detta, cioè misura per eccellenza. La greca voce *metron* corrisponde a *misura*. La unità del peso è il peso assoluto del cubo della centesima parte di un metro di acqua distillata presa al massimo grado della sua densità (4,44 cent. 3,56 di Reaum.). Dicesi *gramma*, della quale indicazione i greci si valevano ad esprimere la frazione di un peso.

92. L'uso legale del metodo uniforme di pesi e misure, nato e stabilito in Francia, è conservato nella Italia settentrionale ed in parte della Confederazione Germanica. Gli svizzeri lo hanno abbracciato. Questo metodo attinto dalla natura potrebbe giovare indistintamente a tutt' i popoli. I dotti, mem-

bri in vero di una stessa famiglia, comunque separati da monti, da idiomi, da leggi, lo vanno generalmente adottando. La esattezza sulla quale si appoggia e la facilità delle sue suddivisioni, con l'agevolamento che può procurare evitando la sterile fatica delle riduzioni, lo rendono necessario ai lavori scientifici. Di tutte le nazioni colte quella forse che tarderà maggiormente a valersene come sistema legale sarà l' Inghilterra : dove però, nel 1825, si è abolita la varietà delle misure, consecrandosi la maggior parte di quelle di Londra (già usate in molti luoghi del regno) come sistema generale.

Nomenclatura, valore

93. Nel prescriversi in Francia il nuovo sistema di pesi e misure si pubblicò una nomenclatura, la quale al vantaggio di ridurre al minor numero possibile le denominazioni arbitrarie esponenti il sistema univa quello d'offerir parole composte, che ajutavano la memoria con i rapporti per loro indicati. In ogni ordine di misure si adottò un nome, e questo, diversamente modificato, si contiene in tutte le specie che dipendono dal medesimo ordine.

Il *metro*, base generale del sistema, corrisponde a 3 piedi 11 linee 296 millesimi, misura antica di Parigi. Questo è la misura di cui in Francia fanno uso più comunemente i mercadanti e gli architetti. Nel breve tempo che il sistema fu seguito nel regno di Napoli era la nostra *mezza canna*.

Il nome *ara* fu stabilito per misura agraria. Un ara è una superficie quadrata il cui lato è di metri 10. Corrisponde a circa 948 piedi quadrati, misura di Parigi.

Il nome *stero* è una misura uguale al metro

cubico, e corrisponde a poco più di 29 piedi cubici.

Il nome *litro*, unità di misura pe' liquidi, fu dato ad una capacità di liquido equivalente ad 1 pinta ed $\frac{1}{34}$, misura di Parigi. Corrisponde presso a poco a 50 $\frac{4}{10}$ pollici cubici, ed al cubo della decima parte del metro.

Il *gramma*, unità di peso, equivalente a circa 19 grani, abbiamo detto corrispondere al peso assoluto del cubo della centesima parte di un metro di acqua distillata presa al massimo grado della sua densità.

94. Il numero 10 fu scelto come divisore per la facilità del calcolo, ed anche perchè la numerazione è decimale presso tutt' i popoli conosciuti. Le misure 10 volte, 100 volte, 1000 volte, 10000 volte maggiori di quelle che hanno ricevuto il nome primitivo sono indicate con l' addizione di nomi numerici tratti dal greco: cioè *deca* dieci, *etto* cento, *chilo* mille, *miria* diecimila; le misure 10 volte, 100 volte, 1000 volte più picciole del metro, del litro, del gramma sono indicate con l' addizione di nomi numerici tratti dal latino: cioè *deci*, *centi*, *milli*. Tutti questi nomi numerici sono situati prima del nome caratteristico dell' ordine, sebbene facendo con questo una parola. Quindi è che la parola *centimetro* esprime la centesima parte del metro, che la parola *decametro* esprime una misura di dieci metri, che la parola *chilogramma* esprime un peso di 2000 grammi ec.

CAPO VI.

Attrazione. Attrazione molecolare

95. Una verga di oro, immersa nel mercurio, n'esce tutta imbiancata. Se due lastre di vetro si avvicinano una all'altra in modo che si tocchino quanto più sia possibile, elleno aderiranno tanto fra loro che saranno separate con difficoltà. Nè ciò si dica effetto di pressione dell'aria circostante, la quale pesa sulle lastre: il fenomeno avverrà anche nel vôto della macchina pneumatica. Altri fenomeni esprimenti questo genere di attrazione confermano che il medesimo agisce esclusivamente al contatto, ciò che in rigore dee dirsi quasi contatto. Dunque la materia è suggetta ad un'altra attrazione la quale, a differenza della gravità che si esercita a grandi o almeno sempre notabili distanze, solo a distanze piccolissime si sviluppa. Se le dà nome di attrazione molecolare, perchè uopo è credere agisca fra molecole e molecole.

Coesione, affinità

96. L'attrazione molecolare si distingue in coesione, cioè attrazione fra molecole simili; ed in affinità, cioè attrazione fra molecole differenti. Un pezzo di rame, malgrado qualunque operazione cui possa andar suggetto, non lascia mai di essere rame: l'attrazione che passa fra le sue molecole è un esempio di coesione. Di un pezzo di ottone, il cui aspetto non è nè di rame nè di zinco, la sostanza può parte ridursi in rame, parte in zinco: l'attra-

zione che passa fra le sue molecole di natura diversa è un esempio di affinità.

Sfera di attività

97. La sfera di attività nel senso dell'attrazione molecolare è lo spazio nel quale la molecola è efficace di attrarre.

Composizione dei corpi

98. L'attrazione molecolare obbliga le molecole a star vicine, sebbene non realmente in contatto. È nell'intervallo fra queste ch'ella si esercita. È come da lei risulta la formazione dei corpi, così dalla disposizione delle molecole per lei operata risulta la porosità. Immaginatela mancante, dovrete considerar le molecole pienamente disciolte: quindi troverete impossibile la formazione dei corpi.

Propietà dell'attrazione molecolare

99. Le leggi con le quali si esercita l'attrazione molecolare sono poco penetrate. Noi vediamo svilupparne gli effetti, ma il più delle volte non abbiamo mezzi per distinguerle; e, come agiscono a distanze insensibili, così non possiamo misurarle. Ad ogni modo sappiamo I, la intensità dell'attrazione molecolare decrescere sempre con somma rapidità a misura che aumentasi la distanza, rapidità pel Newton ed altri creduta maggiore della ragione inversa del quadrato della distanza (§. 55); II, sappiamo nei solidi la massa non influire sulla forza di coesione delle parti: in fatti un picciolo frammento separato da una massa di metallo o di pietra, allo sforzo che fa la lima per distaccarne alcune particelle, resiste non meno di quanto avrebbe resistito quando era attaccato all'intero corpo, circostanza che il modo di agire della coesione vi presenta diverso dal modo di agire della gravità, la cui sfera di attività è in ragion diretta delle masse (§. 54); III, sappiamo

inoltre il gran mezzo da suscitare l'attrazione molecolare essere lo scioglimento dei corpi: sciolgonsi i corpi per l' applicazione del calorico, o unendo solidi e liquidi; IV, sappiamo l' affinità svilupparsi maggiormente fra alcune sostanze, cioè alcuni corpi tendere ad unirsi più con uno che con un altro corpo; V, questa maniera di esercitarsi dell' affinità essere sovente modificata dalla quantità, fenomeno che in alcune circostanze di affinità scopre l'influenza della massa: esempio, sebbene la sostanza *a* si combini con la sostanza *c* in preferenza della sostanza *b*, ancorchè queste, *c* e *b*, sieno presentate alla sostanza *a* in circostanze egualmente favorevoli, pure se delle tre masse si aumenterà molto quella sola di *b*, la medesima diverrà capace di diminuire l' affinità di *c*.

La coesione segue leggi meno complicate che l' affinità.

100. La coesione, esercitandosi tra molecole simili, dovrà seguire leggi meno complicate che l'affinità, la quale fra molecole si sviluppa di varia natura, ed in modo che darebbe quasi a credere tante vi fossero diverse leggi di affinità, quante per lei risultano sostanze diverse.

Ipotesi del La Place

101. Il La Place ha instituito una ipotesi che concilia le leggi della gravità e dell' attrazione molecolare. Questa ipotesi suppone che nei corpi i diametri delle molecole primarie sieno incomparabilmente più piccioli degl'intervalli fra esse, e che la densità di ciascuna molecola di un corpo sia di lunga maggiore della densità media di quello. Secondo la ipotesi il contatto o l' avvicinamento maggiore dà molta superiorità alla molecola attirante, situata nel punto di questo, sull'attrazione ad una data distanza da tal punto. In questo modo l'attrazione molecola-

re entrerebbe evidentemente nella dipendenza della gravità. Varii fenomeni si spiegano agevolmente con questa ipotesi. D' altronde, comunque le due attrazioni si guardino insieme, alla seconda non si possono, almeno per ora, adattare i calcoli che la teoria della prima hanno tanto rischiarato.

CAPO VII.

Continuazione

Distribuzione della materia

102. L' occhio non assistito dalla riflessione divide la materia in corpi solidi, e corpi fluidi. La mente guidata dalla osservazione più distintamente la distribuisce. E prima la distingue in quattro classi: solidi; fluidi liquidi; fluidi aeriformi; fluidi imponderabili. Poscia, riunitala tutta, la divide in tante parti quante sostanze si presentano di diversa natura ed immutabili, e quelle denomina elementi, sostanze semplici, corpi semplici.

Corpi semplici

103. Le sostanze semplici, essendo immutabili, non possono essere ridotte in altre sostanze. Da una sostanza o corpo semplice non si può costantemente ottenere che una materia. Dall' oro non otterrete che oro, dal ferro non otterrete che ferro.

Combinazione

104. Combinazione è la unione intima di diversi corpi fra loro, per la quale si produce un tutto differente dai corpi che la constituiscono. Questo tutto dicesi corpo composto. Quando la combinazione è di sostanze semplici solamente, la direte combinazione primaria. Il risultamento della combinazione primaria direte composto primario. Quando la combinazione è una unione di sostanze tutte composte,

o semplici e composte insieme, la chiamerete combinazione secondaria. Il risultamento di questa direte composto secondario.

Decomposizione

105. Lo scioglimento della combinazione si denomina decomposizione.

Mescuglio.

106. Il mescuglio è una unione di corpi diversi dove l'affinità non ha luogo, o dove, prevalendo la coesione, l'affinità è debole al segno che ciascuno di quelli conserva le sue propietà rispettive.

Teoria atomistica di Dalton

107. A dare qualche idea metodica del procedimento delle combinazioni, Dalton ha introdotto la sua teoria atomistica, ipotesi, ma la più esatta che si possa immaginare, ed appoggiata da moltissima probabilità. Ne faremo cenno. Atomo è sinonimo di molecola primaria. Con tal nome prima il fenicio Mosco, indi Leucippo, Democrito, ed Epicuro distinsero i principii dei corpi.

Applicata alle combinazioni primarie

108. Le combinazioni primarie avvengono tra molecole primarie e molecole primarie. I risultamenti di queste sono gli atomi secondarii, ovvero molecole secondarie composte di molecole primarie eterogenee (§. 19).

Le proporzioni con le quali, secondo il Dalton, si uniscono le molecole primarie sono poche e costanti. Eccole.

Un atomo di *a* unito ad un atomo di *b* presenta in *c* un atomo secondario, detto binario perchè ha due atomi primarii per elementi.

Un atomo di *a* unito a due atomi di *b* presenta in *d* un atomo secondario, detto ternario perchè ha tre atomi primitivi per elementi.

Due atomi di *a* uniti ad un atomo di *b* presen-

tano in *e* un atomo secondario, detto anche ternario perchè ha tre atomi primitivi per elementi.

Un atomo di *a* unito a tre atomi di *b* presenta in *f* un atomo secondario detto quaternario perchè ha quattro atomi primitivi per elementi.

Tre atomi di *a* uniti ad un atomo di *b* presentano in *g* un atomo secondario detto anche quaternario perchè ha quattro atomi primitivi per elementi.

Quando due corpi possono formare una sola combinazione questa è sempre binaria.

Applicata alle combinazioni secondarie

109. La teoria atomistica abbraccia anche le combinazioni secondarie. Esempio. Una combinazione di due composti secondarii, dove non vi sia eccedenza dell' uno o dell' altro, darà l' unione di due atomi secondarii, uno di un corpo, uno dell' altro. Una combinazione di due composti secondarii, dove vi sarà eccesso di uno dei due, darà l' unione di due atomi secondarii della sostanza eccedente, e di uno dell' altra sostanza, ec.

Peso relativo degli atomi

110. Con la teoria atomistica di Dalton si può il peso relativo degli atomi determinare nel modo seguente.

Sieno i corpi *a* e *b* atti a formare un composto binario, cioè un composto risultante da un atomo dell'uno, ed un atomo dell' altro. Tra i pesi di questi due atomi passerà la medesima relazione che tra i pesi individuali dei corpi *a* e *b* che si saranno uniti. Diamo ora che il peso del corpo *a* entri sette volte in quello del corpo *b*: ne dedurrete che l' atomo del corpo *a* sta all' atomo del corpo *b* come 1 a 7. Così Dalton ha comparati tra loro i pesi dei corpi semplici fissando l' atomo del corpo meno pe-

sante (dell' idrogeno) per termine di comparazione ovvero per unità della sua scala.

Perchè abbiate una applicazione della teoria v'indicherò che un atomo di acqua, atomo binario d'idrogeno e di ossigeno, secondo il Dalton, è composto da un atomo dell' uno e da un atomo dell'altro, e che il rapporto di peso fra questi due atomi primarii è precisamente il testè indicato di 1 (idrogeno) a 7 (ossigeno).

CAPO VIII.

Propietà risultanti ai corpi solidi dall' attrazione molecolare

Solidità

111. La resistenza che oppone un corpo alla separazione delle sue molecole dicesi solidità, durezza. Questa propietà dipende soprattutto dalla forza di coesione, dalla figura delle molecole, dalla loro disposizione. Esempii. Vi è maggior vicinanza fra le molecole di un corpo, che fra le molecole di un altro? Dunque nel primo maggior coesione e conseguentemente maggior solidità . . . La figura delle molecole di un corpo è angolare, e si toccano esse nei lati, cioè in molti punti? La figura delle molecole di altri è angolare ma si toccano esse negli angoli, o è sferica, e quindi in amendue i casi si toccano in pochi punti? Dunque nel primo corpo maggior solidità che nei secondi . . . Il diamante è il più duro dei corpi conosciuti.

Un corpo maggiormente duro di un altro resiste più di quello allo strofinamento contro un corpo

qualunque, ed intacca questo o ne separa qualche particella. Esempii : le lime di acciaio, le mole dei lapidarii.

Fragilità

112. La fragilità è la proprietà che alcuni corpi hanno di rompersi più o meno alla percussione. Ella è compatibile con la durezza, non è il contraposto di lei. Il contraposto della durezza è la tenerezza, lo stato di corpo molle.

Compressione

113. L' azione di un corpo sopra di un altro, senza dividere questo in parti, può esser tale che varii la disposizione delle sue molecole, variando insieme la sua figura ed il suo volume. Il fenomeno si dice compressione. Percuotete con un martello una lamina di piombo : essa conserverà la figura in lei prodotta dalla percossa. Questa è la compressione permanente.

Elasticità

114. Alcuni corpi hanno la proprietà di rimettersi nello stato primiero, tanto di volume che di forma, quando sono a quello tolti dalla compressione. Il fenomeno risultante prende il nome di elasticità, ed i corpi diconsi elastici. Facciasi cadere una palla di avorio sopra una tavola di marmo nero ben polita ed unta di olio. Quindi, guardandosi obbliquamente la tavola al luogo della caduta, si osserverà non la impressione del punto della palla che quivi sembrà avesse dovuto toccare, ma bensì una impressione circolare il cui diametro è più o meno considerevole secondo l'altezza d' onde la palla è caduta. Or d' onde questa impressione se non dalla palla? E d' onde l' estensione della impressione se non dall' essersi la palla compressa? Ma la palla presenta la stessa figura che aveva innanzi. Dunque

la palla, nel cessare la impressioue esteriore del marmo che le ha recata la compressione, ha ripigliato lo stato suo primiero.

Una lama flessibile, per esempio una spada, curvata, indi abbandonata a se stessa, ritorna alla prima sua forma : effetto della elasticità.

115. Il ristabilimento della figura nella palla di avorio concepirete avvenga nel modo seguente. All'avvenire l' urto le parti maggiormente vicine al coutatto sono calcate verso il centro della palla, mentre le parti più lontane si avanzano con un moto contrario. Quindi è la palla prendere una figura alquanto schiacciata nel senso verticale, allungata nel senso orizzontale. Quando poi la palla comincia a ritornare nel primo stato si fa un nuovo cambiamento di figura opposto al primo.

Il ristabilimento della lama di acciajo nella sua prima figura concepirete a questo modo. Mentre la lama è tenuta nell' incurvamento, le particelle che formano la incurvatura sono allontanate fra loro, e quelle della parte concava sono avvicinate. Quando la forza che aveva operata quella figura manca, le particelle allontanate si ravvicinano, le avvicinate ritornano alla prima disianza.

Dilatabilit dei fluidi aer. formi.

116. La dilatazione che ne'fluidi aeriformi, detti anche fluidi elastici, si manifesta è un fatto dipendente dalla elasticità. Eccovene la idea. Quando la compressione che soffre un fluido elastico si diminuisce, esso non solo occupa lo spazio che avea ceduto, ma si estende maggiormente, gl' intervalli tra le sue molecole rendendosi maggiori per la grande elasticità del calorico, il quale mantiene lo stato

aeriforme, e le cui molecole tendono continuamente a respingersi.

117. I fisici considerano l' elasticità appartenere a tutti i corpi. Ma essa almeno in alcuni corpi non è manifesta, e così avviene in quelli dove la compressione è permanente.

118. Un solido le cui molecole si attirassero solo nelle punte, ricevendo la compressione, potrebbe ritornare allo stato primiero più facilmente che un altro dove le molecole, attirandosi pe' lati, fossero come le une nelle altre incastrate, e ricevendo la percossa si trovassero da questa obbligate a connettersi maggiormente tra loro.

Duttilità

119. Duttilità dicesi la propietà che hanno alcuni corpi solidi di estendersi quando vengono o percossi o suggettati ad una graduata pressione, conservando allora sensibilmente la forma che hanno ricevuta. In questa circostanza le molecole dei corpi, senza cessare dalla loro connessione, sdrucciolano le une sulle altre in modo che i punti di aderenza, quantunque usciti di luogo, restino sempre a picciolissime distanze.

Cristallizzazione

120. La cristallizzazione è la propietà che hanno i solidi di prendere forme simmetriche, ovvero l' ordinamento regolare delle molecole sotto un geometrico aspetto. La cagione di questo fenomeno può attribuirsi al concorso simultaneo e variamente modificato dell' attrazione molecolare, della figura delle molecole, e della disposizione di queste.

Forme primitive dei cristalli

121. Se i varii cristalli originarii di una sostanza medesima si divideranno con tagli paralleli a ciascuna delle sue facce (divisione meccanica dell' Hauy)

giugnerassi ad ottenere un solido regolare costante in ciascuno di que' cristalli : e ciò anche in quelli le cui forme sembrano meno poterlo contenere. Questo solido regolare è la forma primitiva dei cristalli della specie. Cinque sono le forme primitive dei cristalli finora conosciute : il tetraedro regolare ; il parallelepipido , che comprende il cubo , il romboide, e tutt' i solidi terminati da sei facce parallele a due a due ; l' ottaedro con facce triangolari che , secondo le specie , ora sono equilatere , ora isosceli, ora scalene ; il prisma esaedro regolare ; il dodecaedro terminato a rombi uguali e simili ad una data inclinazione. La *figura* 14 vi presenta un tetraedro , la *figura* 15 vi presenta un parallelepipido romboidale , la *figura* 16 l' ottaedro con facce triangolari equilatere, la *figura* 17 il prisma esaedro regolare , la 18 il dodecaedro terminato a rombi uguali e simili.

Forma secondaria dei cristalli

122. Oltre le auzidette offre la natura molte altre forme di cristalli. Esse però appartengono all'esteriore dei cristalli i quali , suggettati alla testé accennata divisione meccanica , sempre lasciar dovranno scoprire un cristallo appartenente ad una delle forme primitive , e particolarmente quello già riconosciuto forma primitiva della specie. Tali esteriori forme di cristalli diconsi forme secondarie. Alle volte le stesse forme primitive servono di forme secondarie. Esempio. Essendo il romboide forma primitiva della calce carbonata , se mi si presenta un prisma esaedro di calce carbonata io , riconoscendolo per cristallo di forma secondaria , per mezzo della divisione mi porterò a scoprire in esso un nocciolo regolare interno di figura romboidale. Nella *figura* 17 *a* esprime il solido interno di cui è qui discorso.

123. Dividete un cristallo, suddividetelo fin che potrete, e con la vostra immaginazione portate la divisione anche oltre. Voi vi sentirete giunto all'ultimo limite della divisione meccanica: eccovi alle molecole (§. 20).

Figure delle molecole originarie dei cristalli

Tre sono le forme delle molecole onde origine hanno i cristalli: il parallelepipido, il più semplice dei solidi, le cui facce sono al numero di sei, e sono parallele a due a due; il prisma triangolare, il più semplice dei prismi, il tetraedro, la più semplice delle piramidi. Sembra a prima vista che cinque essendo le forme primitive dei cristalli, altre tante quelle esser dovrebbero delle molecole che origine danno ai medesimi. Sappiasi però che non sempre le molecole si uniscono nello stesso modo. Alcune si avvicinano per le facce, altre per i lati, lasciando interstizii più o meno considerevoli. Questo vario loro disporsi spiega come le molecole di una sostanza, avendo una forma, compor possano cristalli primitivi di figura diversa.

124. Non pertanto sonovi cristalli primitivi la forma dei quali è una esatta ripetizione delle sue molecole. Operando la division meccanica di un cristallo primitivo di calce carbonata, la cui figura è romboidale, alla fine della divisione vi si offrirà un romboide picciolissimo, indizio che la molecola onde ha origine quel cristallo è di forma romboidale. La forma primitiva del sale di monte è il cubo. Rompete più cristalli di sal di monte che abbiano diverse forme. Le particelle di quei cristalli, come che minutissime, troverete sempre in figura di cubo.

125. Le *fig.* 19 e 20 vi danno idee di due

forme secondarie con la indicazione delle loro molecole.

La coesione non è uguale nell'interno dei cristalli

126. Dall'osservare esser facile dividere i cristalli in alcuni sensi conchiudiamo la forza di coesione non esercitare ugualmente il poter suo sopra tutt'i punti dell'interno dei medesimi.

I cristalli risultanti dal passaggio di liquido a solido regolari

127. I corpi che dallo stato liquido passano allo stato solido prendono sempre la figura di cristalli regolari, sebbene talvolta discernibili appena col microscopio.

Estensibilità della legge di cristallizzazione

128. Se la materia del globo fosse stata un giorno tutta fluida, o se la fluidità potesse indistintamente appartenere a tutt'i corpi, sarebbe a credere che, ridotti a liquidità perfetta e tranquilla, tutt'i solidi terrestri prenderebbero forme regolari. La cristallizzazione sembra una legge generale della materia.

CAPO IX.

Fluidità

Fluidi omogenei, fluidi eterogenei

129. La fluidità è lo stato opposto alla solidità. In rigore i corpi o sono solidi o sono fluidi. Quindi, dopo che avete ricevuta una idea dei primi, trovo necessario farvi quì cenno alquanto distinto, come che generale, dei secondi.

Divisione dei fluidi

130. Fluido si dice ogni corpo di cui le parti cedono a qualunque impressione e, cedendo, facilmente si separano le une dalle altre, e facilmente fra loro si muovono.

131. Vi sono fluidi omogenei, ovvero di una materia, p. e. l'acqua. Vi sono fluidi eterogenei, cioè

composti di fluidi di diversa natura, p. e. l'acqua ed il vino uniti insieme.

132. Dei fluidi altri si dicono liquidi, altri aeriformi, altri imponderabili.

Liquidi

133. I liquidi sono sempre visibili, non possono essere nè presi nè stretti fra le dita, nè essere accumulati, nè conservare altra figura oltre quelle che producono in loro i recipienti.

La liquidità è la fluidità maggiormente conosciuta, ed il più evidente contrapposto all'apparenza di solido.

Coesione nei liquidi

134. Facendosi lentamente avanzare due gocce di acqua, una verso l'altra, quando saranno a picciola distanza fra loro, si lanceranno per unirsi e formeranno una goccia. L'acqua che piove sulle fronde si raccoglie in tanti globetti. Alla estremità delle superficie per le quali ha corso l'acqua si veggono gocce di questo fluido pendenti : esempio, le grondaie in tempo di pioggia. Pruove di coesione.

Particolar modo di gravitare dei liquidi

135. I liquidi ubbidiscono alla gravità in un modo loro particolare. In fatti le parti dei solidi intimamente unite formano un tutto, ed il loro sforzo si fa come in un solo punto, ch'è il loro centro di gravità : mentre nei liquidi le parti sono mobili a tutto quello che può superarle, o dividerle, o per dir meglio sono sempre mobilissime, indipendenti fra loro, e per conseguenza gravitano separatamente le une dalle altre.

Causa della globosità delle gocce

136. La cagione della globosità delle gocce di acqua si spiega così. L'attrazione le molecole di una goccia di acqua attira verso l'interno di questa. Le molecole acquee sono mobilissime e, nell' ub-

bidire all' attrazione, sdrucciolano le une sulle altre. Giugne un momento in cui tanta mobilità è vinta dall' equilibrio. Ciò avviene allorchè la massa molecolare in moto ha preso la figura sferica.

Modificazione della forma sferica delle gocce

137. Mentre sappiamo una goccia di mercurio prendere la forma sferica sopra un piano di marmo o di vetro ec., sopra una lamina di stagno ella si appiana nella parte che a questa è immediata e aderisce molto a tal corpo. L' acqua che avete veduto raccolta in globetti sulle foglie, sopra una lastra di vetro o di marmo levigato si appiana del pari. La cagione? All' affinità.

Le gocce di un liquido pendente lasciano la forma sferica, si allungano. La cagione? Alla gravità.

Forma delle molecole dei liquidi

138. Nella maggior parte dei solidi la divisione meccanica può portare a riconoscere la forma delle molecole. In altri si giugne allo stesso scopo con un discorso di analogia. A determinare la forma delle molecole dei liquidi tengono taluni il discorso seguente. Nel moversi le particelle dei liquidi, attesa la grande facilità con la quale le une sdrucciolano sulle altre, uopo è credere conservino fra loro la stessa distanza, ovvero che non soffrano variamento nella scambievole coesione. Di tutte le forme questi effetti convengono meglio alla forma sferica. Quindi sferiche sono le molecole dei liquidi.

Alla idea della sfericità delle loro molecole vi persuadete i liquidi essere porosi. Ma ne volete una idea più materiale? Essi, passando dal caldo al freddo, diminuiscono di volume.

Esempio della

139. Chiusa in una boccia di vetro a collo stretto

e, per mezzo della macchina pneumatica, liberata dalla pressione dell'aria, l'acqua salì alquanto sopra il suo livello. Scaricata quindi sopra di lei una corrente di aria condensata, ella discese più sotto di questo. Osservazione del Canton, e pruova della compressibilità dell' acqua.

compressibilità dell' acqua

140. Parte dell' acqua che cade sopra un piano inclinato sparso di polvere rimbalza in minutissimi spruzzi. Cenno della elasticità del liquido. Il mercurio, altro liquido, ci dà un esempio di elasticità più sensibile. Fate una pressione ad un globetto di esso situato sopra un piano orizzontale: il globetto si schiaccerà, ed al cessar della pressione lo vedrete ritornare alla figura sferica.

Elasticità delle particelle de' liquidi

141. Un liquido viscoso si reputa composto di molecole imperfettamente sferiche.

Causa della viscosità

142. La mollezza è la proprietà che hanno le parti di alcuni corpi di cedere facilmente alla pressione, conservando fra loro certa aderenza ed un modo di esistere che potrebbe considerarsi come l'intervallo fra la solidità e la liquidità. Vi sono corpi molli ed elastici insieme: esempio, il caoutchouc, detto comunemente gomma elastica.

Mollezza

143. I liquidi tendono a stare a livello: per livello s' intende una superficie piana, parallela all' orizzonte; i punti di lei sono tutti ugualmente distanti dal centro di gravità della terra. I liquidi sono in equilibrio quando stanno a livello.

Propensione nei liquidi al livello

144. L' aria è quella sostanza invisibile pesante ed elastica che constituisce l' atmosfera in cui viviamo. Tutte le sostanze imitanti il modo di essere dell' aria diconsi fluidi aeriformi, e fluidi elastici.

Fluidi aeriformi

Volete sentire un fluido aeriforme? Esponetevi al vento: l'impressione che soffrite da questo è l'aria che agisce sopra di voi.

Tra' fluidi aeriformi ve ne ha taluno visibile.

Nei fluidi aeriformi non si scopre coesione, ma dilatabilità

145. Ne' fluidi aeriformi coesione non si manifesta, e sembra perciò le loro suddivisioni corrispondenti a ciò che nei liquidi si denomina goccia non debbano prendere la figura sferica. Essi tendono a dilatarsi; effetto della loro elasticità, e direttamente contrario alla tendenza al livello testè notata nei liquidi.

Non propensione al livello

146. Vôtate d'aria una bottiglia. Introducete quivi un volume di acqua, minore della capacità della bottiglia. L'acqua nella parte inferiore empie il vase, e dove verso la parte superiore ella finisce si compone a livello, cioè si riduce piana, orizzontale. Togliete l'acqua, introducete nella bottiglia un fluido aeriforme: questo si estenderà in tutta la capacità della bottiglia e prenderà la forma della medesima, senza che giammai la superficie di lui divenga piana ed orizzontale come abbiamo notato dell'acqua.

Compressibilità

147. I fluidi aeriformi sono compressibili, cioè per una pressione esteriore capaci di essere ristretti in uno spazio più piccolo di quello che occupano allo stato naturale. Ciò vi dà chiara idea della loro porosità.

148. Grandi sono la compressibilità, la elasticità, e la dilatabilità dei fluidi aeriformi.

Fluidi imponderabili

149. Corpo imponderabile dicesi una sostanza che non produce effetto sensibile sulla bilancia, sia anche la più delicata. Causa della sua imponderabi-

lità reputiamo la sottigliezza infinita delle sue molecole, e la elasticità somma di cui queste sono dotate, per la quale sempre si respingono. In conseguenza lo giudicheremo fluido.

Quattro sono i fluidi imponderabili : il calorico, la luce, il fluido elettrico, il fluido magnetico.

I fluidi imponderabili sono considerati come cause di fenomeni più e meno generali, ed in un corso di fisica prendono luogo nello stesso senso che la mobilità e l' attrazione.

LIBRO SECONDO

DEL CALORICO

CAPO I.

Idea del calorico

Introduzione

1. Mentre l' attrazione molecolare avvicina le parti della materia, esiste in natura una forza che impedisce tale avvicinamento sia perfetto, che tende continuamente quelle ad allontanare, ed in cui deesi riconoscere la causa della porosità. La sensazione del calore è il modo più evidente col quale questa forza disgregante si manifesta.

Corporeità del calorico

2. La causa del calore consiste ella nel risultamento di un moto particolare, eccitato fra le molecole, o è realmente un corpo? In queste due opinioni sono divisi i filosofi intorno alla prima idea che devesi concepire di quella. Se le dà nome di calorico. Noi la crediamo corpo.

Ed in vero esistono gravi ragioni per le quali corpo è a considerarsi la luce. Herschell ha scoperto i raggi calorifici: questi non hanno andamento diverso da quello dei raggi luminosi, cioè dei raggi della luce. Amendue le specie si propagano a traverso il vôto operato col mezzo della macchina pneumatica, amendue si rifrangono, e si riflettono.

La idea dei raggi calorifici suggerisce la idea della mobilità e della divisibilità del calorico. In fatti

I., il calorico sentiamo pervenire a noi dai corpi riscaldati, esempio di mobilità: II., un corpo riscaldato, posto in vicinanza dei corpi in istato naturale, comunica a questi gradatamente il suo calorico ed in tal modo il suo riscaldamento si scema, esempio di distribuzione in più corpi, di divisione di una data quantità di calorico. La mobilità e la divisibilità sono propietà della materia.

La causa del calore corpo fu creduta pure dalla più remota antichità. Pitagora la disse elemento attivo. Aristotele la disse elemento del fuoco, e dell' aria.

Natura del calorico

3. Il calorico è un fluido sottilissimo, elasticissimo, di molecole che per una forza ripulsiva loro naturale scambievolmente si respingono, sparso dovunque nella materia. Le sue molecole, sovente obbligate a stare nei corpi, quando sono libere, tendono continuamente ad uscire da quelli. Accumulate per qualche mezzo, esse sdrucciolano in tutte le direzioni, e si separano le une dalle altre con una inesprimibile rapidità. La sottigliezza di questo fluido ed il respingersi e separarsi delle sue parti lo rendono imponderabile, ancorchè condensato. Erasi anzi creduto che gli altri corpi col riscaldamento divenissero meno pesanti. Ma l' addizione e la sottrazione del calorico non hanno influenza sul peso dei corpi.

Tensione del calorico

4. La tendenza del calorico ad uscire dai corpi dov' è contenuto dicesi tensione.

Temperatura

5. La voce temperatura esprime lo stato di un corpo relativamente al potere che ha per mezzo della tensione di eccitare la sensazione del caldo. Sono le temperature più o meno calde a misura che producono o possono produrre sensazioni di calore più o

meno vive. Comprenderete la temperatura innalzarsi o abbassarsi in proporzione che la tensione si aumenta, o si diminuisce.

Capacità

6. Capacità di un corpo relativamente al calorico è la facoltà di assorbirlo e di ritenerlo. Essa è dove maggiore, dove minore.

Separamento dei raggi calorifici

7. Ho detto il calorico propagarsi in raggi. I raggi calorifici, sebbene uniti costantemente alla luce nell'emanazioni del sole e dei corpi accesi, pure ottener si possono distinti dai raggi che manifestano la luce, ovvero raggi luminosi: questa è la scoperta dell'Herschell testè accennata. I., Presentandosi al fuoco due specchi, uno di vetro, uno di metallo, il primo rifletterà luce solamente, luce e calorico rifletterà il secondo: II. interponendo una larga lastra di vetro tra il fuoco di un cammino ed il vostro volto, la luce passerà subito, e la sensazione del calore sarà intercettata per qualche tempo. Ecco i raggi calorifici separati dai raggi luminosi.

Sorgenti del calorico

8. Sei sono le sorgenti conosciute del calorico.

Il Sole. Il riscaldamento che parte dal sole è conosciutissimo. Il sole riscalda molto più i corpi opachi che i trasparenti. Senza l'azione continua di questo astro avvivante la terra sarebbe agghiacciata. È noto lo stato di languore, quasi direi di morte, che presentano le regioni polari, dove il sole manca per mesi interi sull'orizzonte.

La combustione, ovvero l'abbruciamento. La combustione è il fenomeno che produce il fuoco. Il fuoco manifesta insieme luce e calorico.

La percossa. Un pezzo di ferro, battuto fortemente e con frequenza, si riscalda oltremodo ed ar-

roventa. L'acciaio in collisione colla pietra focaia manda scintille di fuoco.

Lo strofinamento. Fregandosi fra loro due pezzi di legno secco si ottiene il fuoco. Alcuni indiani, per ottenerlo, usano di agitar con violenza un fuso di legno in un foro corrispondente, praticato in una tavola.

La unione de' solidi coi liquidi, o di liquidi differenti. Questa produce quasi sempre cambiamento di temperatura relativamente allo stato in cui erano le differenti sostanze prima di unirsi, la quale talora diviene maggiore, talora minore. Quindi il fenomeno può emetter calorico. Sulla calce viva alla temperatura naturale versate acqua alla temperatura naturale. La temperatura del composto si eleverà tanto che diverrà scottante.

La elettricità. La elettricità è la cagione del fulmine. Il fulmine si manifesta sviluppando il fuoco: dove cade accende, incenerisce.

CAPO II.

Instrumenti per misurare le temperature

Sensazione del caldo, sensazione del freddo

9. Se io tocco con la mano un ferro riscaldato, porzione del calorico del ferro abbandona questo ed entra nella mano. Ciò produce in me la sensazione del caldo. Se tocco un pezzo di neve, il calorico fugge rapidamente dalla mia mano per unirsi a quello; poichè, come vedrete a suo luogo, tende continuamente a mettere i corpi vicini nella stessa temperatura. Ciò mi produce la sensazione del freddo. Quì è ad avvertire che la sensazione del caldo non

solo esprime aumento di calorico in attività nel corpo che la prova, ma pure diminuzione di perdita di calorico relativamente ad una perdita immediatamente precedente, e che la sensazione del freddo esprime talvolta perdita di calorico maggiore di una perdita immediatamente precedente.

Dilatazione

10. L'aumento di calorico in un corpo, allontanando maggiormente le molecole, accresce il volume: non altrimenti un liquido, introducendosi in un solido, se ne impossessa e ne aumenta il volume in tutte le dimensioni, immagine di analogia anzi che di comparazione. Tal effetto dicesi dilatazione. La sottrazion del calorico, avvicinando le molecole, diminuisce il volume del corpo. Un bastone di ferro, che freddo entra esattamente in un anello, tenuto certo tempo al fuoco non potrà più passare per quello. Raffreddandosi di nuovo tornerà al primo stato. Queste nozioni debbonsi tenere per regole generali sebbene abbiano alcune eccezioni. Le sostanze aeriformi si dilatano molto più che i liquidi, ed i liquidi maggiormente che i solidi. Le prime, a temperatura uguale, e sotto la stessa pressione (lib. I, §. 79) dilatansi uniformemente fra loro. Non è così dei secondi e dei terzi.

Termometro

11. I nostri sensi sono imperfetti per valutare la temperatura. A questo nel maggior numero dei casi si supplisce col mezzo della dilatazione e precisamente col termometro, che significa misura del caldo: *metron* misura, *termos* caldo.

12. Il termometro (*fig.* 1.) è un piccolo tubo di vetro, cilindrico il più che sia possibile, di ugual calibro in tutta la sua estensione, vôto d'aria, ed in cima perfettamente serrato, terminante al di sotto

in una bolla dello stesso vetro, che come pure parte del tubo, è piena di mercurio. Quando la bolla è messa in contatto con un corpo caldo, il mercurio si dilata verso la parte dove non riceve ostacolo, cioè ascende pel resto del tubo ch' e vôto. Quando è messa in contatto con un corpo freddo, il mercurio restrignendosi, si abbassa. Quindi l'ascensione e l'abbassamento indicheranno aumento e diminuzione di temperatura. Il tubo è fissato sopra una scala divisa in gradi, misura che appoggia a due termini invariabili dell' acqua. Primo, il grado che segna il termometro immerso nella neve che si sta disciogliendo, che è lo zero: finchè avviene la fusion della neve il mercurio non si abbassa oltre questo termine. Secondo, quello che segna quando è immerso nell'acqua distillata bollente, il quale è l'80 del termometro di Reaumur, ed il 100 del termometro di Celsius, detto centigrado: finchè non sia terminato l'evaporamento dell'acqua bollente il mercurio non ascende oltre questo termine (1). Sotto zero si aggiugne d'ordinario un' altra scala, poichè il mercurio si gela molto sotto tal segno, ed il raffreddamento dell' acqua può divenire notabilmente più intenso che quando il termometro segna zero. Si può eziandio

---

(1) Il bollimento si accelera a proporzione che si scema il peso dell'aria, e si ritarda in proporzione che il peso dell'aria si accresce. Da ciò risulta che la ebollizione ordinaria avvenendo sotto la pressione di 28 gradi barometrici, segnando 100 al termometro centigrado quando il barometro segna una pressione di 27, il bollimento avverrà a' 99 di quel termometro: e che, se il barometro segni 29, la ebollizione sarà a 101. Questa nota comprenderete più agevolmente dopo che per voi si sarà scorsa una parte del libro IV.

prolungar la scala oltre il termine della ebollizione dell'acqua, poichè il mercurio bolle molto sopra di questo. Tale aggiunta varrà dunque pei gradi di caldo superiori al segno dell' acqua bollente. Ogni grado può avere le sue suddivisioni.

13. Vi sono termometri nei quali, in vece di mercurio, si adopera alcool, liquido che non si congela a niun grado conosciuto di freddo. Il termometro di Fahrenheit si divide in 212 gradi. Il grado 32 di questo termometro corrisponde al zero del termometro di Reaumur e del centigrado. Ingegnoso e molto sensibile è il termometro di Breguet. Le indicazioni di questa macchina non dipendono dal mercurio, ma da una spira composta di tre sottili lamine di tre diversi metalli, platino oro ed argento.

Termometro differenziale

14. Giova dare un' idea del termometro ed aria, ovvero termometro differenziale di Leslie (*Fig.* 2.). Questo consiste in un picciolo tubo di vetro ricurvo, formante presso a poco la figura della lettera U. Le due estremità debbono essere fornite di due bolle dello stesso vetro, piene d' aria, ed in comunicazione con l' interno del tubo, nel quale sarà contenuta una picciola quantità di acido solforico, tinto di carminio. Il vetro è chiuso perfettamente. Abbandonato l' istrumento a se stesso, la elasticità dell'aria contenuta nelle bolle è uguale, perchè una è la temperatura. La elasticità dell' aria è sempre proporzionale alla temperatura, ed uniforme elasticità dell' aria produce uniforme sua dilatazione. Due temperature diverse? dunque due diverse elasticità. Due diverse elasticità? dunque due diverse

dilatazioni. Quindi il liquido sottoposto è ugualmente compresso in amendue i lati dall' aria sovrastante. L' effetto di questa ugual pressione sarà l'arrestarsi del liquido. E perchè il liquido si troverà introdotto da uno dei lati, non sarà ugualmente distribuito in essi. La parte dell' istrumento dove il liquido si trova in minore ascensione sarà il zero. Segnato il zero in tal modo, la bolla corrispondente a questo lato si circonda di neve, mentre l' altra bolla si riscalda a gradi 10 centigradi (8 di Reaum.). In questo caso il licore ascenderà sopra zero. L' ascensione allora si noterà col numero 10 corrispondente a 10 gradi centigradi, e l' intervallo fra il zero ed il 10 si dividerà in cento parti uguali, ciò che significa 10 gradi del termometro ad aria corrispondere ad 1 del term. cent. Inferiormente alla scala vi è la solita graduazione del freddo sotto zero.

15. Espongasi alla temperatura, che vuolsi misurare, la bolla *a* dove non è attaccata la scala, bolla a cui darete l'epiteto di focale. Se l'aria quivi contenuta si dilaterà (§. 10), ella premerà il liquido sottoposto, e, premendolo, lo spingerà verso l' altra bolla *b*. Se l' aria, per minor temperatura, si condensasse, il liquido si abbasserebbe sotto zero. La scala attaccata alla porzione del tubo che finisce con questa bolla indicherà i gradi.

Pirometro di Vegdwood

16. Le temperature più alte si misurano col pirometro di Vegdwood, detto anche termometro solido: (*fig.* 3) pirometro significa misura del fuoco (1). Il pirometro consiste in un cilindretto di

(1) *Pyr* in greco significa fuoco.

argilla, cotta ad un calor rosso, di 12 millimetri di diametro, di 14 a 15 di lunghezza, alquanto appianato sopra una delle sue facce, ed in un misuratore metallico graduato dove può il cilindretto adattarsi. Il misuratore è una lastra di rame, o di ottone, *a b* sulla quale sono saldati due regoli dello stesso metallo, uguali perfettamente e lunghi 304 mill. formando un canale convergente di cui l'apertura è 12 mill. da una estremità, 8 dall'altra. Uno dei regoli è diviso in 240 parti uguali, che sono i gradi della scala. Vegdwood stabilisce per principio che l'argilla esposta ad un calor forte ritirasi, e quindi raffreddata non cresce più di volume. L'instrumento si adopera nel seguente modo.

17. Si espone il cilindretto al fuoco del quale si desidera conoscere la temperatura, e quando si crede averne subìta la intensità, lasciasi raffreddare. Si adatta poscia al misuratore, cioè si fa entrare nel canale, si vede quanto si è ritirato, e col restringimento dell'argilla si determina il grado del calore del fuoco: la *figura* vi presenta l'alzato *d* dell'istrumento, ed il cilindro c entrato nel canale convergente. Esempio. Si vuol conoscere a qual temperatura si fonde il rame? Si metta il cilindro nel crogiuolo col metallo, e, subito fuso questo, si faccia raffreddare il cilindro. Indi veggasi fino a qual grado del misuratore possa il cilindro innoltrarsi. Quello sarà il grado della fusibilità del rame.

Quando la sostanza è vetrificabile, e perciò può attaccarsi al cilindro, bisognerà questo si metta prima in una fodera di terra da crogiuoli.

Come il ri- 18. Il ritiramento dell'argilla per la forza del

calorico non sembrava una eccezione alla regola della dilatazione, attribuendosi all' evaporamento dell' acqua contenuta nell' argilla, e ciò può continuare ad ammettersi per le basse temperature. Non così per le alte. Un cilindretto pirometrico che prima di essere riscaldato pesava 1 gramma 72 milligrammi, a 29 gradi aveva perduto 132 milligrammi. Dopo tal termine fino al grado 170 non perdè più niente, benchè fosse diminuito più di un quarto del suo volume. Esperienza di T. di Saussure. Il ritiramento dell'argilla in questa circostanza sarà dipeso dalla combinazione più intima degli elementi suoi.

tiramento dell'argilla

Dilatazione dell' acqua per il raffreddamento

19. Altra eccezione. L' acqua raffreddata oltre la maggiore sua densità (4, 44 sopra zero del termometro centigrado e 3, 56 di quello di Reaumur) a misura che la temperatura sua diminuisce, in cambio di restringersi si dilata. La prima osservazione intorno a questa singolarità notabilissima appartiene alla illustre accademia fiorentina, detta del Cimento. Empiuto d' acqua un globo di vetro che terminava con un collo stretto, fu posto in un mescuglio di neve e di sal comune. Nel momento in cui il globo toccò il mescuglio, l' acqua elevossi alquanto nel collo a cagione della costruzione del vase, poi ella scese di nuovo lentamente a misura che si raffreddò. Ma dopo certo tempo cominciò ad ascender di nuovo e così continuò lentamente fino a che, convertita in ghiaccio una porzione di lei, salì improvvisamente in modo rapidissimo. (1)

(1) « L' acqua non è il solo liquido che possegga la propietà di dilatarsi solidificandosi. Molte leghe metalliche sono in questo caso, ma tuttavia la maggior parte sembra contraersi. » *Thenard.*

Opinione del Mairan

20. Il Mairan la dilatazione dell' acqua congelata attribuisce ad una specie di disordine del moto più o meno rapido onde sono agitate le particelle del fluido mentre si uniscono. Secondo lui per tal disordine risulta quelle incrociarsi reciprocamente e disporsi in modo da lasciare fra loro dei vôti tali da farle occupare uno spazio maggiore dello spazio che occupavano quando l' acqua era in istato di liquidità. È concepibilissimo che una cristallizzazione confusa, dando luogo ad una moltiplicità d' interstizii, che sarebbero stati pieni nel caso di una cristallizzazione più lenta ed ordinata, tender possa ad accrescere il volume della massa solida per lei prodotta.

CAPO III.

Raggiare, conducibilità, equilibrio del calorico.

Calorico raggiante

21. I corpi riscaldati, esposti all' aria, emettono velocemente calorico sino a che la loro temperatura si renda uniforme alla temperatura dell'aria circostante. Eccovi una idea del calorico raggiante. Il calorico raggiante si considera procedere in linea retta senza ostacolo alcuno che se gli opponga: immaginate tante filze di molecole di calorico che si slanciano dal sole, o da altro corpo, le quali, attesa la grande elasticità loro respingendosi, lasciano degl' intervalli molto maggiori dei loro diametri, intervalli dove altre filze di calorico raggiante si attraversano. Così concepirete il raggiare universale del calorico. Il calorico raggiante non altera la temperatura dei corpi.

22. Le varie sostanze non sono dotate di ugual propietà raggiante. Questa in altri e più forte, come nel negro fumo, nella ceralacca, ec.; in altre è più debole, come ne' metalli. Le superficie che riflettono molto calorico hanno forza raggiante poco energica. Per accrescere tal forza nei metalli si diminuisce il polimento loro. Si accresce anche la forza raggiante delle superficie, coprendole di negro fumo, di colla, di tela, e simili.

Calorico condotto

23. I solidi sono di ostacolo al raggiar del calorico. Essi in vero impediscono a questo fluido di propagarsi velocemente a traverso di loro, come nell' arja interviene. Ma ne sono sempre penetrati. Quindi è che i solidi ritardano il diffondimento dei raggi calorifici. Se si mette al fuoco la estremità di una verga di ferro lunga due piedi, passeranno quattro minuti almeno prima che nella estremità opposta cominci il calorico così introdotto ad arrivare. Questo modo poco veloce di lasciarsi penetrare dal calorico, senza cambiare di stato, direte conducibilità, ed il calorico che così attraversa i corpi direte condotto. Il calorico condotto ne' solidi si considera insinuato con la legge d' impossessarsi ad uno ad uno degli strati delle loro molecole prima di passar oltre.

24. La conducibilità, come che non rapida, ha d' altronde i gradi suoi, pe' quali si distinguono i corpi in buoni e cattivi conduttori del calorico. Di una barra metallica e di una pietra aventi uguali dimensioni, poste elleno al fuoco, la prima si riscalderà molto più presto della seconda. Non potreste tener la mano sopra una verga di ferro la

cui estremità opposta fosse arroventata; però potrete senza scottarvi stringere un legno da una parte, mentre brucerà dall' altra. I metalli sono i migliori conduttori del calorico; vengono poscia le pietre, i vetri, i mattoni; poscia i legni; i carboni quindi; la seta, la lana, i peli, le pelli sono più deboli, e questa ragione rende preferibili tali sostanze per vesti: poichè, come cattivi conduttori, trasmettono con poca facilità il calore del corpo. I gradi maggiori e minori di conducibilità dipendono dalla maggiore o minore difficoltà con cui i corpi lasciansi penetrar dal calorico. Il colore v' influisce non poco: varie strisce di panno di colori differenti, e con queste una nera ed una bianca, esposte al sole sopra uno strato uguale di neve, dopo breve tempo non serberanno un livello medesimo, e le più oscure saranno le più profondate nella neve, mentre la bianca resterà nella prima situazione. Dalle osservazioni fatte dal Davy col mezzo del calore dei raggi solari risulta che il nero è maggiormente conduttore del blù, questo maggiormente del verde, il verde più del rosso, il rosso più del giallo, il bianco meno di tutti.

25. I liquidi anche sono di ostacolo al raggiare del calorico. Consirateli conduttori. Ma la natura delle loro molecole fa che col modo di riscaldare ordinario la distribuzione del calorico abbia luogo in essi più presto che nei solidi, e con un moto ed un cambiamento di situazione fra loro, che nei solidi non avviene. In un vase contenente acqua, che si riscalda dalla parte inferiore, lo strato di acqua più vicino al fuoco, per la dilatazione ope-

rata dal calorico, diminuisce di gravità, e le sue molecole, potendo per natura muoversi liberamente, ubbidendo alla pressione superiore, cedono subito al maggior peso il proprio luogo ed ascendono verso la supercie. Lo stesso avverrà poi dello strato che scenderà ad occupare il luogo dello strato rarefatto: e così, continuando il riscaldamento, succederà dell' intero liquido. In tal modo avviene il fenomeno della ebollizione.

26. Nei liquidi riscaldati dalla parte superiore la conducibilità si considera procedere come procede nei solidi.

27. L' aria ed i gas non solo si lasciano attraversare dai raggi calorifici, ma ne possono assorbire, ed è per questo che diconsi eziandio conduttori del calorico, la cui parte per loro assorbita agisce in essi nel modo medesimo che nei liquidi. I vapori, dilatando l' aria, ne indeboliscono la qualità conduttrice.

La presenza dell' aria dovunque pel globo corrano i raggi calorifici escluderebbe quivi il calorico assolutamente raggiante; poichè, comunque quella sottilissima, sempre i raggi calorifici ne ricevono rifrazione: ed in questo caso il calorico a stretti termini sarebbe pel globo sempre condotto. Ma noi non sappiamo dissimularci che la conducibilità in quistione proceda con una istantaneità impercettibile. Quindi conservando, per agevolare la teoria, la idea di un calorico che scorre senza ostacolo in linea retta, teniamo solo conto di quella parte di esso che, restando arrestata nell' aria ed in altri fluidi aeriformi, opera in essi dei cambiamenti.

La conducibilità specie di rifrazione del calorico

28. La conducibilità, quanto all' effetto che vi presenta, può considerarsi come un fenomeno analogo a quello che dicesi rifrazione della luce. La rifrazione della luce vedrete a suo luogo essere un deviamento dei raggi luminosi dalla linea retta. Interponete un parafuoco di vetro fra voi ed un cammino. La sensazione del caldo vi sarà intercettata per alcun tempo. Indi la proverete. A persuadervi dell' analogia dovete solo sopprimere l' idea che il fatto non è istantaneo. Il calorico condotto in una barra metallica ed attraverso l' acqua vi presenterà effetti dello stesso genere. D' altronde il fenomeno è più complicato che la rifrazione della luce. Il ritardo nel procedimento n' è pruova.

Equilibrio del calorico

29. Il calorico tende generalmente a mettere i corpi vicini alla stessa temperatura. Ed in vero un pezzo di ferro arroventato ed esposto all' aria si raffredderà per gradi finchè giugnerà alla temperatura dei corpi circostanti; raffreddato nella neve, e portato in una stanza calda, acquisterà la temperatura di quella. Mischiate insieme sostanze calde e fredde. Le prime diverranno meno calde; meno fredde diverranno le seconde, segnando al termometro uno stesso grado di temperatura, che sarà il medio fra il primo stato delle une e delle altre. La uniforme distribuzione del calorico fra i corpi vicini equilibrio del calorico si denomina dai fisici. Sebbene esso avvenga e quando i corpi si toccano e quando sono separati, pure nel primo caso succede con maggior prontezza.

Ipotesi del Prevôst

30. Per ispiegare come avvenga l'equilibrio del calorico supponete col Prevôst le molecole di que-

sto fluido tanto raro, tanto allontanate fra loro, che molte correnti di raggi calorifici, senza urtarsi, possansi incrociare (§.21), e che due corpi raggianti e vicini si trasmettano raggi reciprocamente. Or se questi corpi si troveranno carichi ugualmente di calorico il cambio fra i raggi sarà uguale, e la temperatura sarà la stessa. Ma se uno dei due corpi conterrà più calorico dell' altro, allora vi sarà differenza nel cambio dei raggi e, venendo alterato l' equilibrio, le temperature rispettive si troveranno diverse.

Ruggiada

31. Si è detto la rugiada essere una specie di pioggia, prodotta da' raffreddamenti notturni de' più bassi vapori atmosferici. Il Wells con molte esperienze ha osservato che, prima dell' apparir della rugiada, la temperatura delle piante si abbassa sotto quella dell' aria circostante, e lodevolmente al raggiar del calorico la formazione di quella meteora attribuisce.

Opinione del Welle

32. Il raggiare del calorico fra i corpi è una trasmissione reciproca del fluido ad oggetto si equilibri, e quando il cambio è inguale, la temperatura di ciascun corpo si abbasserà o eleverà in proporzione della rispettiva quantità del calorico da esso raggiata in un dato tempo. Dai vegetabili, in certe circostanze della sera e della notte, la trasmissione è maggiore che dall'aria che sta loro intorno. Quindi le piante, emettendo maggior quantità di calorico di quella che ricevono, si raffreddano, raffreddandosi raffreddano l' aria che sta al loro contatto, e così una porzione dell' umido di lei obbligano a ritornare in istato acqueo. Al contrario nei

metalli poliii il raggiare è più debole. Quindi, disposti in circostanze uguali che le piante, queste saranno coperte di rugiada, ed essi alla loro superficie non ne presenteranno, o ne avranno pochissima.

33. La rugiada si forma quando l'atmosfera è serena ed in tranquillità: osservazione non isfuggita ad Aristotele. In fatti, quando nuvole nuotano per l'atmosfera, il raggiar che le piante fanno del loro calorico è compensato più o meno dal raggiare della parte inferiore delle nuvole, mentre quando è calma per l'atmosfera e serenità, il raggiar delle piante non riceve compenso dall'aria, o almeno debolissimo ne riceve. Inoltre il vento che si suscita nel tempo della formazione della rugiada interrompe quella o la ritarda. I nuovi strati di aria ch'esso porta, essendo più alti in temperatura dell'aria di cui occupano il luogo, trasmettono ai corpi terrestri almeno tanto calorico da compensare quello che dalle piante è loro trasmesso.

Brina

34. Quando il raffreddamento per cui la rugiada è prodotta avviene con rapidità, allora la rugiada si congela: eccovi secondo il Wells la formazione della brina.

CAPO IV.

Cambiamento di stato per il calorico

35. La presenza del calorico nei corpi può cambiare lo stato loro. Un filo metallico allungato per dilatazione, quando avrà ricevuto aumento di ca-

lorico fino ad un certo segno, passerà dallo stato di solido a quello di liquidità. Il cambiamento, anzi passaggio, da solido a liquido fusione si denomina. L'acqua, che è un liquido, portata al grado dell'ebollimento, si scioglie in vapore. Il passaggio da liquido allo stato di vapore, ossia stato aeriforme, dirèto rarefazione. La dilatazione dee considerarsi come il principio del cambiamento di stato di un corpo.

36. La quantità di calorico che cambia il solido in liquido e fa passare il liquido allo stato aeriforme non è sensibile.

Il calorico che produce la fluidità è insensibile

Mettete per mezzo del fuoco a fondere il ghiaccio. Durante la fusione la temperatura del ghiaccio non sarà alterata. Quantità uguali di neve e di acqua riscaldata alla temperatura di gr. 62, 22 del termometro di Reaumur (77, 78 cent.) mischiate insieme, offrono sciolta la neve, ma conservano la temperatura di essa. Dunque il calorico comunicato al ghiaccio dal fuoco, ed alla neve dall'acqua calda, sebbene dell'uno e dell'altra abbia cambiato lo stato da solido in liquido, pure non si è reso sensibile.

Mischiate nove parti uguali, una di acqua al gr. 30, 22 di Reaumur (37, 78 centigr.) ed otto di limatura di ferro a 52, 44 (65, 56). Tosto il mescuglio emetterà quantità grande di vapori, i quali del pari che il mescuglio, segneranno solamente la temperatura indicata dell'acqua, cioè 30 22. Or la temperatura del ferro essendo discesa ad uguagliarsi alla temperatura dell'acqua, anzi che questa esser salita pel maggior grado di quello, uopo è considerare nei vapori emessi tutta la quantità di calo-

rico di cui, innanzi al mischiamento, il primo era più carico della seconda; e, siccome i vapori emessi non segnano al termometro grado maggiore del mescuglio, conchiudere che il calorico da loro tolto al ferro sia divenuto insensibile.

L'acqua bollente si scioglie a poco a poco in vapore. Questa mutazione di stato, cagionata dall'accrescimento del calorico, non è accompagnata da aumento di temperatura: tanto l'acqua bollente, che i vapori che si vanno formando nella circostanza non ascendono oltre il grado dell' ebollimento.

Il calorico di dilatazione sfugge anche alle indicazioni del termometro. Del calorico in un corpo una parte opera la dilatazione e non è sensibile, un' altra fa ascendere la temperatura. Distinzione del celebre Laplace.

Calorico latente, calorico termometrico

37. Quel calorico che non si rende sensibile in verun modo direte calorico latente, ovvero di fluidità. Quello poi che riscalda, e si equilibra senza che dai corpi su' quali agisce si cambii stato, oltre la indicazione di calorico condotto, anche calorico sensibile, e calorico termometrico sarà denominato.

Estensione della fluidità

38. Moltissimi solidi, anche taluni che si credevano insolubilj, per addizion di calorico riduconsi alla fluidità. Di questi alcuni passano istantaneamente allo stato liquido, come avvien della neve che, appena assorbe calorico, si scioglie in acqua; alcuni a poco a poco, come osservasi della cera, la quale nel riscaldamento, prima di ridursi liquida, molle si rende; altri dallo stato solido, senza l'intervallo della condizione liquida, passano allo stato

aeriforme, ed i carboni che riscaldiamo al contatto dell' aria ne somministrano un esempio.

Passaggio dei liquidi allo stato aeriforme ed alla congelazione; dallo stato aeriforme allo stato liquido

39. I liquidi tendono a convertirsi in vapore a qualunque temperatura: sebbene taluni più, taluni meno sensibilmente. L' alcool è un esempio dei primi; il mercurio, e l' olio di ulive sono un esempio de' secondi. Tutt' i liquidi poi, ad eccezione dell'alcool, sono stati congelati.

Delle sostanze aeriformi talune per abbassamento di temperatura passano allo stato liquido. Ai vapori che si elevano da un vase di acqua in ebollizione opponete una superficie fredda: essi ricaderanno in acqua.

Talora la medesima sostanza esiste in varii stati

40. Sovente la medesima sostanza può esistere successivamente ne' tre diversi stati; cioè solido, liquido, aeriforme. Esempii: l' acqua ed il solfo.

La fluidità può appartenere a tutta la materia

41. Dietro l' anzidetto conchiudono i filosofi che la fluidità non sia esclusivamente particolare di certe sostanze; che se tutti i corpi si ritrovassero ad una temperatura tanto bassa da operare una generale solidità, sarebbero solidi; del pari che se fossero invasi tanto dal calorico quantó occorrerebbe a renderli tutti liquidi, presenterebbero una liquidità generale; e che un elevamento di temperatura potrebbe tutto rendere aeriforme. Quindi la infusibilità in cui sembra rimangano alcuni corpi dipende dal non essersi adoperato calorico sufficiente a fonderli. Quindi la incondensabilità di altri esprime semplicemente la mancanza in cui ci troviamo di mezzi abbastanza efficaci per sottrarre una quantità del loro calorico, l' abbandono della quale basti a farli passare in altro stato. Intanto noteremo che dalla preponderanza

rispettiva dell' attrazione molecolare e del calorico dipende la consistenza dei corpi ; che dove prevale l' attrazione ivi i corpi sono solidi ; che dove prevale il calorico ivi i corpi sono fluidi aeriformi ; e che nella liquidità offrasi la idea di un punto d'equilibrio fra gli stati solido ed aeriforme. Il complesso di queste tre specie di abitudini che prende la materia forma l' armonia della natura.

CAPO V.

Condensamento del calorico

Lenti ustorie, rifrazione del calorico

42. L' azione del calorico termometrico si accresce per mezzo del condensamento dei raggi calorifici. Si produce questo dirigendo molti raggi calorifici ad un punto stesso, o almeno impedendo che si estendano e si disperdano in ispazii troppo grandi. I fanciulli sogliono sovente concentrare i raggi del sole con lenti convesse da amendue le parti (convesso-convesse) o piane da un lato e convesse dall' altro (piano-convesse) tolte da' cannocchiali comuni, ed accendere in tal guisa l' esca, il legno, la carta ec.

I raggi della luce nel passare obbliquamente da un mezzo (1) più raro in un mezzo più denso si avvicinano alla perpendicolare. Ciò vale per la luce e per il calorico. Qui aggiugneremo che, quando

(1) Mezzo dicesi un corpo che può essere attraversato dalla luce. I mezzi si distinguono in più e meno densi. L' acqua è un esempio de' primi, l' aria un esempio de' secondi.

il mezzo più denso presenta superficie convesse, allora i raggi che lo attraversano, cadano perpendicolari od obbliqui, vanno tutti a concorrere in un punto fuori di essa, formando un cono di che il mezzo medesimo è base. Quel punto dicesi punto focale. Si applichi ciò alle lenti suddette dove dall' aria, mezzo meno denso, s' introduce il raggio solare. I raggi attraversanti una lente piano-convessa, che deve considerarsi come una sezione di sfera, si uniscono in *a* estremità del diametro della convessità (*fig.* 4). I raggi che attraversano una lente convesso-convessa, la quale dee considerarsi come fatta di due sezioni di sfera, poste una contro l'altra, concorrono tutti in *a* centro della convessità (*fig.* 5). Il fisico d' ordinario opera la concentrazione de i raggi solari e per mezzo di grandi lenti convesso-convesse; quella del Trudaine è a due pezzi e contiene alcool nella sua cavità: e per mezzo di specchi concavi, i quali riflettono un cono calorifico-luminoso di cui essi formano la base, ed il cui vertice, punto focale, offre il maggior condensamento e promuove l' accensione. Cotesti specchi diconsi specchi ardenti od ustorii. Si fanno di vetro di metallo di marmo ec. i migliori però sono i metallici. Uno specchio ustorio circolare (*fig.* 6) presenta il punto focale in *a*, cioè alla distanza del quarto del diametro della concavità. Gli orefici gli smaltatori i gioiellieri con il loro cannello, e con l'aiuto, sia del soffio della propia bocca, sia del mantice, condensano il calorico di una lucerna accesa, dirigendolo ad un luogo. I fornelli di riverbero e le stufe lo concentrano eziandio, riflettendo i raggi

dalle loro pareti verso il punto d' onde si dipartono.

Instrumento del Saussure per raccogliere il calorico

43. A raccogliere il calorico T. de Saussure si è servito talora di una scatola guernita di sovero esteriormente carbonizzato, che coperta di un vetro sottile e ben trasparente ha egli esposto al sole. Il sovero per la sua tessitura porosa e pel nero acquistato dalla superficie, era in grado di assorbir molti raggi, mentre pel ca.bonizzamento era cattivo conduttore del calorico. Quindi con la luce poteva assorbire facilmente calorico; ma, ricevutolo, era in grado di renderlo con difficoltà.

Riflessione del calorico

44. Nei §§. precedenti avete già ricevuta una idea del riflettere dei raggi calorifici. Ma quivi ella è confusa nel ragguaglio di altro fenomeno. Sia per un momento oggetto nostro principale.

I. Concentrato e fatto riflettere il calorico per mezzo degli specchi metallici concavi accende il solfo.

II. T. de Saussure ed il Pictet, dopo di avere resa rovente una palla di ferro di 54 millimetri di diametro, lasciarono che perdesse la qualità luminosa. Indi a due specchi concavi la frapposero (*fig.* 7) situati uno di rimpetto all' altro, distanti fra loro circa quattro metri, e collocarono la palla al punto focale dell' uno, mentre tenevano un termometro ad aria al punto focale dell' altro. L' effetto fu che quel termometro, il quale prima segnava 4 sopra zero, in sei minuti ascese a 14 $\frac{1}{2}$, mentre un termometro sospeso fuori del punto focale, ad ugual distanza dal punto focale e dall' osservatore, non ascese che a 6 gradi. Risulta che in tale esperimento

la riflessione del calorico concentrato elevò la temperatura di gradi 8 $\frac{1}{2}$.

45. Le superficie che posseggono eminentemente la forza raggiante hanno debole facoltà di riflettere il calorico. Quelle nelle quali tal forza è debole lo riflettono energicamente. Avete osservato i metalli aver poca forza raggiante. È per questo che al fenomeno della riflessione sono adoperati con preferenza.

CAPO VI.

Assorbimento di calorico nella dilatazione, sviluppo di calorico nella condensazione

46. Non è manifesto che il calorico, il quale abbiamo tante ragioni a creder corpo, segua le leggi dell' affinità. Si credeva che il calorico latente si trovasse in combinazione coi corpi, cioè unito ai medesimi per affinità. Però a sprigionarlo basta un abbassamento di temperatura, mentre a separare un componente di un composto è d' uopo di affinità più energica di quella che in tal composto lo tiene. Quindi non regge il paragone.

Il calorico non è combinato nei corpi

47. Lo scomparire del calorico che diviene latente dipende piuttosto da cambiamento di capacità.

Come il calorico latente?

48. Un aumento di capacità diminuisce la tensione. Esempio : quando il ghiaccio si fonde, il suo potere di assorbire e di ritenere calorico è accresciuto. Una diminuzione di capacità aumenta la tensione. Esempio : quando l' acqua si congela, il suo potere di assorbire e di ritener calorico è diminuito.

Diminuzione di tensione, aumento di lei

Manifestazione del calorico nel condensamento

49. Come i solidi nel passare allo stato di liquidità ed i liquidi nel divenire aeriformi nascondono calorico, così ne' manifestano tanto i liquidi nel divenir solidi, quanto le sostanze aeriformi nel passare alla liquidità.

I. Applicate della neve sparsa di sal comune ad un vase contenente acqua in riposo. Quest' acqua senza congelarsi si raffredderà di molti gradi sotto zero: agitando poscia il vase l'acqua agghiaccerassi tantosto, ed il termometro segnerà zero solamente. Ecco, nel solidificarsi quel liquido, sviluppo di calorico evidente.

II. I vapori nell' unirsi all' acqua fredda si riducono allo stato di liquidità e ne innalzano la temperatura.

Per la pressione i vapori ritornano alla liquidità

50. I vapori tornano alla liquidità ed abbandonano calorico anche col solo mezzo della pressione. Sempre che si chiude uno spazio pieno de' medesimi, una porzione di essi ricade in acqua. Il coperchio di una pentola, dove si fa bollire dell' acqua, comprimendo una porzione di vapore, in che quella si scioglie, lo riduce liquido nuovamente.

Sviluppo o assorbimento di calorico nelle combinazioni

51. Le unioni di sostanze differenti cioè le combinazioni, sono pure accompagnate da sviluppo, o assorbimento di calorico, secondo che condensamento cagionano, o dissoluzione.

52. Lo sviluppo, e l' assorbimento di calorico già descritti servono ad illuminarci intorno alle cause delle istantanee apparizioni di calore che osserviamo nel condensamento dei liquidi e delle sostanze aeriformi, non che alle disparizioni del medesimo nello scioglimento rispettivo dei solidi, e dei liquidi.

CAPO VII.

Calorico specifico

53. Tra le sostanze di una medesima natura il calorico si distribuisce uniformemente in ragione della loro quantità. Però sostanze differenti, ancorchè ad egual peso ed alla temperatura stessa, hanno calorico disuguale. Ciascuna di queste, secondo la sua specie, ne contiene una quantità particolare, che sul termometro non agisce, cioè che non è sensibile; e tutte, ricevendo individualmente una eguale quantità di calorico, prenderanno temperature difformi. Quindi per elevare diverse sostanze alla medesima temperatura quantità diverse bisognano di calorico. Esempio. Si supponga un corpo, che segni zero al termometro, immerso in un peso eguale di acqua che segni 50, e che, equilibrato fra essi il calorico, la temperatura comune segni 30. In tal caso l'acqua ha comunicato 20 gradi al corpo immerso e questi hanno elevato di 30 la temperatura del medesimo.

Tra i corpi omogenei il calorico si distribuisce uniformemente

54. Dicesi calorico specifico la quantità di calorico contenuta in un corpo, comparata a quella contenuta in un altro, o quella ch'è d'uopo a ciascuno di essi onde mettersi entrambi alla medesima temperatura.

Calorico specifico

55. Non potendosi conoscere la quantità assoluta di calorico necessaria ad un corpo qualunque per giugnere ad una data temperatura, noi ci serviamo di un termine comparativo. L'acqua è con-

Metodo per determinarlo

siderata come l' unità di questa misura del calorico specifico. Così se il calorico necessario a ridurre l' acqua alla temperatura di 1 produrrà sopra un peso eguale di olio una temperatura di 2, e sopra un consimile di ruggine una di 4, conchiuderemo che il calorico specifico dell' acqua è il doppio di quello dell' olio, ed il quadruplo di quello della ruggine, e se indicheremo la prima con 1,0000 indicheremo il secondo con 0,5000, ed il terzo con 0,2500.

56. Sempre che il corpo cambia stato il suo calorico specifico riceve alterazione. Se dalla solidità passa alla fluidità si aumenta; se dalla fluidità passa alla solidità si diminuisce.

Calorimetro

57. A determinare il calorico specifico il calorimetro Lavoisier e Laplace inventarono. Calorimetro significa misura del calorico. Si osservano in tale instrumento (*fig.*8) tre cavità, una interna, una media, una esterna. La interna è un graticcio di ferro, le altre cavità sono di lamine di latta. Si empiono di ghiaccio la cavità media e la esterna, la media per servire alla osservazione, la esterna per garantire la media dal calorico dell' aria, e degli altri corpi circostanti. Quando la cavità interna segna al termometro il grado del congelamento si mettono in quella, a date proporzioni ad una ad una, ed a temperature uguali, le varie sostanze, di cui si vuol conoscere il calorico specifico; e, tenendo conto della quantità di ghiaccio che ciascuna scioglie mentre si raffredda fino al grado della congelazione, si determina il medesimo, mettendole tutte in paragone fra loro, ovvero confrontandole con la unità convenuta,

cioè con l'acqua. L'acqua che si fonde in questo esperimento si raccoglie in un recipiente sottoposto.

Tavola di calorico specifico

58. Qui vi gioverà scorrere una notizia dei gradi del calorico specifico di varie sostanze.

Acqua (unità) . . .	1,0000	
Ghiaccio	0,9000	Kirvan
Solfo	0,183	
Ferro	0,1108	Lavoisier e Laplace
Rame	0,1111	Crawford
Metallo dei cannoni . .	0,1100	Rumford
Zinco	0,0943	Crawford
Argento	0,082	Wilke
Stagno	0,0704	Lavoisier e Laplace
Oro	0,050	Wilke
Piombo	0,042	Wilke
Mercurio	0,0290	Lavoisier e Laplace
Abete	0,60	Wil.
Tiglio	0,62	Wil.
Ontano	0,53	Wil.
Quercia	0,51	Wil.
Frassino	0,51	Wil.
Carpino	0,48	Wil.
Betula	0,47	Wil.
Olmo	0,47	
Olio di oliva	0,500	Leslie
Olio di lino	0,528	Kirvan
Olio di trementina . .	0,472	Kir.
Bianco di balena . . .	0,399	Kir.

Idrogeno	21,4000 Craw.
Ossigeno	4,7490 Craw.
Aria	1,7900 Craw.
Gas acido carbonico . .	1,0459 Craw.
Azoto	0,7036

È ad avvertire che i gradi di calorico specifico sopra esposti non sieno comparabili fra loro. Essi sono stati trovati con metodi diversi.

Il Petit ed il Dulong hanno portato notabile miglioramento al metodo di osservare il calorico specifico, e quindi alle cognizioni del medesimo. Il quadro seguente, che loro è dovuto, comprende quantità reciprocamente incomparabili.

Acqua (unità)	1,
Solfo	0,1880
Cobalto	1,1498
Ferro	0,1100
Nichel	1,1035
Rame	0,0949
Telluro	0,0911
Zinco	0,0927
Argento	0,0557
Stagno	0,0514
Platino	0,0335
Oro	0,0298
Piombo	0,0293
Bismuto	0,0288

Azione chimica del calorico

59. Oltre la propietà di cambiare il volume, e lo stato dei corpi, ha il calorico quella di cagio-

nare la scomposizione di moltissimi dei medesimi. Per elevazione di temperatura, di un licore fatto di alcool ed acqua, il primo abbandona la seconda. Per elevazione di temperatura l' acqua forte (l'acido nitrico) si scioglie ne' suoi componenti.

CAPO VIII.

Appendice

Dei due stati aeriformi

60. Avete veduto lo stato aeriforme in cui si può ridurre l' acqua dipendere dalla interposizione del calorico fra le molecole di lei. Gli stati aeriformi degli altri corpi non hanno cagione diversa. Le molecole dei fluidi aeriformi o, meglio, quelle del calorico a loro frapposto debbonsi considerare come tante molle elasticissime che si contraggono allorchè una causa qualunque agisce per accumolare una massa di loro in uno spazio più ristretto di quello ch'essa occupava per lo innanzi, e che, al cessare la contrazione, ripigliano l' antico stato, ed occupano di nuovo lo spazio che aveano ceduto, anzi si estendono maggiormente.

Questa abitudine del calorico, messa in relazione con alcuni luoghi del Capo VIII del Lib. I., vi porta a distinguere la causa della elasticità dei corpi solidi dalla causa della elasticità dei fluidi aeriformi. Una viene da aggregazione, una è disgregamento.

61. I fluidi aeriformi si dividono in tre classi: 1. fluidi aeriformi permanenti, ovvero gas permanenti, detti anche fluidi elastici permanenti: questi

conservano lo stato loro di elasticità a fronte di qualunque raffreddamento, e di qualunque compressione conosciuti; II. fluidi aeriformi non permanenti, o fluidi elastici non permanenti: questi perdono più o meno facilmente lo stato loro, sia per raffreddamento, sia per compressione, e si distinguono in vapori o gas non permanenti, ed in gas intermedii.

Combustione

62. La combustione, ovvero abbruciamento, è un fenomeno il quale, come che appartenente alla chimica, il fisico non deve ignorare. Essa è la combinazione dei corpi detti combustibili, quelli cioè che possono bruciare, con una di quelle sostanze semplici dette sostegni della combustione ed alla testa delle quali si mette l'ossigeno. Tal combinazione è accompagnata da grande sviluppamento di calorico e di luce, il quale porta il colore rosso d'onde nasce la fiamma. Vedete quindi che, nel senso volgare, *fuoco* è sinonimo di *combustione*. I prodotti della combustione sono quasi tutti volatili, dal che dipende il totale, o quasi totale disparimento dei corpi che vediamo bruciare. Non occorre qui abbiate notizia precisa della combustione oscura, cioè senza sviluppo di luce.

LIBRO TERZO.

IDROLOGIA FISICA

CAPO I.

Vedute generali

1. Idrologìa Fisica significa discorso sull'acqua ne' diversi stati suoi, sopra i fenomeni generali di questi e sopra alcune loro applicazioni essenziali. L'epiteto di *fisica* distingue questa idrologìa dalla *idrologìa chimica*, la quale è l' esame analitico dell'acqua e delle varie sostanze che in lei si osservano.

Introduzione

2. L' acqua è il tipo della liquidità. Ricordate ciò che abbiamo detto dei liquidi al Capo IX del libro I.

3. L' acqua è uno dei grandi agenti della natura : sostiene ed avvalora la vita animale e la vita vegetabile ; ha grande influenza sulla natura organica. Le idee della siccità e della sete sono compagne inseparabili dell' angoscia e della disperazione. L' acqua bagna ; l' acqua ammollisce molti corpi.

4. I fonti, i torrenti, i fiumi, i laghi, gli stagni il mare vi offrono l'acqua alla superficie del globo. Essa bagna il globo ancora internamente. Quindi le acque scorrenti sotterra e quelle quivi depositate. È contenuta nell' aria. Quindi le nuvole, le nebbie, la pioggia, la gragnuola, ec. L' acqua fa parte di molti composti naturali.

L' acqua è corpo composto

5. Gli antichi la credettero una sostanza elementare, essi non sapevano decomporla. Oggi è conosciuto essere un corpo composto, ossido d'idrogeno, combinazione cioè d' idrogeno e di ossigeno.

Nello stato naturale non è pura.

6. L' acqua naturale non è pura giammai. Esistono sempre in lei corpi estranei.

Dell' acqua pura

7. L' acqua pura si ottiene per arte: l' acqua distillata è acqua pura. Ella è priva di odore, di colore, di sapore, è trasparente, è compressibile, le sue particelle danno segno di elasticità.

Dell' acqua naturale

8. L' acqua piovana delle acque naturali è la meno impura. L' acqua dei temporali contiene più sostanze eterogenee che quelle di una placida pioggia. L' acqua impura può aver colore, sapore. A misura che un acqua è meno impura comprenderete le propietà di lei avvicinarsi a quelle dell'acqua pura.

CAPO II.

Della Igrometria

Analogia tra l' assorbimento del calorico e l' assorbimento dell' acqua

9. Immergendo nell' acqua alcuni corpi, p. e. una spugna, un foglio di carta, un pezzo di legno, voi vedrete ciascuno di quelli assorbire certa quantità di liquido. Questo fenomeno esprime l' esercizio dell' affinità fra l' acqua ed i corpi che l' assorbono agevolata dalla tessitura di corpi sì fatti. Gli assorbimenti giungono intanto a certi termini oltre i quali non hanno più luogo, termini relativi alle circostanze dei corpi assorbenti. Il termine dell' assorbimento è il punto di saturazione del corpo che s'imbeve del liquido. Giunto il punto di saturazione cessa

l' esercizio dell' affinità : non altrimenti un corpo, quando ha assorbito tutto il calorico di cui la sua capacità è suscettiva, cessa di riceverne altro. Per tali dati abbiamo una specie di analogia tra il modo con cui i corpi assorbono il calorico ed il modo con cui assorbono l' acqua. Questo assorbimento dell' acqua è distinto dalla voce inumidire.

Quindi capacità dei corpi per l' umido, come capacità per il calorico. Quindi equilibrio di umidità fra i corpi, come equilibramento di calorico.

Corpo bagnato

10. L' ammollirsi dei corpi per mezzo dell' acqua corrisponde all' inumidimento loro. Un corpo molto inumidito dicesi bagnato. Un corpo che non s' imbeve di acqua, ma che ne trattiene alla superficie, anche diciamo bagnato.

Igrometria

11. Conoscere i varii gradi di umidità è utile per molti lati, anzi è necessario. Ecco la origine della igrometria, scienza di misurare l' umido : *igros* in greco significa umido.

Igrometro

12. Il corpo del quale aver dobbiamo maggior premura di conoscere i gradi di umidità è l' aria, la quale sempre è più o meno caricata di vapori. Igrometro si chiama l' istrumento adoperato all' uopo.

13. Ogni corpo che può presto sensibilmente attrarre l' umido atmosferico può servire da igrometro. Gl' igrometri talora si compongono di corde di budello che, torcendosi o detorcendosi secondo il maggiore o minore umido atmosferico, muovono il cappuccio o il braccio di una figura, con i quali mezzi sono indicati i gradi. Questi però sono igrometri poco durevoli e sovente inesatti.

Igrometro del Saussure

14. L' igrometro che per la sua esattezza riva-

leggia col termometro è quello inventato dal celebre Saussure. La parte principale del medesimo è un capello spogliato affatto della untuosità sua naturale col mezzo della ebollizione nell' acqua contenente un centesimo di solfato di soda, ovvero sale del Glaubero.

Una estremità del capello (*fig.* 1) è attaccata ad un punto fisso *a*. Un picciolo contrappeso *b* tiene il capello in istato di tensione. L' indice *d* muovesi di rimpetto ad un arco distribuito in gradi *c c*. Scala sì fatta è di 100 gradi: gli estremi di lei sono la maggiore umidità ch' è il 100, e la maggiore secchezza ch' è il zero. La prima otteneva il Saussure sottoponendo l' istrumento ad una campana le cui pareti interne erano bagnate, e della quale egli rinnovava la umidità fino a che il capello cessava di dilatarsi. Ad aver la seconda il Saussure sottoponeva l' igrometro ad una campana calda e ben asciutta dove era contenuto un pezzo di latta riscaldata e coperta di un sale propio ad assorbire l' umido: egli valevasi del carbonato di soda. Una tavola di correzione che accompagna l' istrumento serve a distinguere la dilatazione per l' umido, dalla dilatazione per il calorico, in caso aumenti la temperatura.

CAPO III.

Pressione dell' acqua

Equilibrio dell' acqua

15. Ogni particella di liquido sottoposta alla superficie del medesimo è premuta dalla porzione del liquido che le sovrasta. La particella tal genere di

pressione, che si esercita sopra di lei, anche ella esercita, premendo con la stessa forza ed in tutte le direzioni il resto del liquido che la circonda. Il premere reciproco e con la medesima forza di tutte le particelle del liquido produce l'equilibrio di questo, il suo stato di quiete, la sua disposizione orizzontale.

L'acqua in un vase preme perpendicolarmente ed orizzontalmente

16. L'acqua chiusa in un vase preme questo perpendicolarmente ed orizzontalmente. Il primo fatto è inerente alla gravità, non ha bisogno di particolare dimostrazione. Esempio del secondo. Sia vôto il vase. Mettete in esso un pezzo di neve. Si fonda la neve. Abbia il vase delle aperture laterali. Una porzione dell' acqua ridotta liquida nella circostanza uscirà per quelle aperture. Ciò non potrebbe avvenire se l' acqua in che si è fusa la neve non premesse le pareti laterali del vase.

Pressione da sotto in sopra

17. Le pareti superiori all' acqua ricevono pressione da sotto in sopra. Esempio. Abbia una secchia nel suo fondo una valvula che si apra da sotto in sopra, e si chiuda questa valvula per il peso che possa a lei sovrastare. Portate la secchia alla superficie dell' acqua. L' acqua forzerà la valvula, s' introdurrà nella secchia, e vi resterà perchè la pressione da lei operata terrà chiusa la valvula.

L' acqua preme in tutte le direzioni

18. È ad avvertire che l' acqua preme in tutte le direzioni. Ma le altre pressioni che alle pressioni già accennate potrebbonsi aggiugnere considereremo come risultamenti delle azioni simultanee di queste. In fatti nel tubo verticale *a b* (*fig.* 2) l' elevamento dell' acqua sino al livello di quella che resta in *c d* è operato per la pressione da sotto in sopra;

ma nel tubo inclinato $e\ f$ la pressione da sotto in sopra è d' uopo si combini con la pressione orizzontale per produrre quel risultamento.

Nei tubi bistorti il livellamento è operato dalle due pressioni

19. L' acqua ne' tubi bistorti (*fig.* 3) si mette a livello. Questo fenomeno è anche effetto della combinazione delle due pressioni, ed è guida utilissima pel trasportamento delle acque. Volete che l' acqua di una montagna passi in un altra da lei separata per mezzo di una valle? Formàte nella seconda montagna un serbatoio al livello della sorgente e sul gemino pendio della valle mettete dei tubi di comunicazione. Con questi dati può elevarsi acqua nei diversi piani di una casa: basta il serbatoio non sia inferiore a' tai piani. Le fontane si fanno nello stesso modo. Le acque sorgive che in luoghi osservansi molto elevati, ed intorno alle quali altre non ne compariscono più alte, reputiamo prodotte dai crepacci che comunicano da un monte ad un altro, e che, imitando la disposizione dei tubi bistorti, agevolano il liquido nascente nel primo ad ascendere pel secondo fino a livellarsi con la propia sorgente.

La pressione da sotto in sopra diminuisce il peso

20. La pressione dell' acqua da sotto in sopra è la cagione per la quale i corpi in essa immersi perdono una porzione del loro peso (*Lib. I.* §. 81). Da ciò dedurrete essere più agevole sollevare un corpo immerso nell' acqua, che un corpo fuori di quella: fenomeno volgarissimo pe' marangoni.

CAPO IV.

Fenomeno dei tubi capillari

21. Immergete nell' acqua una lastra di vetro. La parte acquea vicina alla lastra si eleverà intorno a questa descrivendo delle curve concave (*fig.* 4). Immergete nell' acqua due lastre di vetro molto vicine. Tosto avrete le curve concave ; ma l' acqua interna sarà più alta che la esterna : (*fig.* 5) elevazione che si accrescerà quanto più si accrescerà l' avvicinamento delle lastre.

Immersione delle lastre di vetro nell' acqua

22. Alle lastre sostituite un tubo di vetro : avrete l' effetto testè osservato con le due lastre. L' acqua si eleverà più nell' interno, meno nell' esterno, formando due picciole concavità. La concavità interna di questo tubo è l' oggetto del nostro discorso.

Immersione del tubo di vetro nell' acqua

Finchè il tubo avrà un diametro di certa estensione la concavità sarà solo sensibile presso le pareti del tubo. L' acqua della parte media di questo sembrerà restare a livello. A misura poi che s' impiegheranno tubi più stretti la concavità interna si accrescerà.

23. Or tale accrescimento giugnerà fino ad un termine nel quale il punto acqueo che corrisponde all' asse del tubo comincerà a superare il livello : anzi, se l' interno del tubo sarà un sottilissimo cilindro, l' acqua dal momento della immersione ascenderà in quello rapidamente e resterà sospesa ad una altezza considerevole. Ecco il fenomeno dei tubi capillari.

Fatto dei tubi capillari

Il fenomeno si può attribuire all' aria

23. La spiegazione del fenomeno dei tubi capillari ha esercitato varii ingegni. Taluni supposero l'aria, per la capillarità potendo solo in poca quantità introdursi nei tubi, esercitasse in questi una pressione meno vigorosa che nell' esterno : ciò che l'acqua nei tubi renderebbe elevata sopra il livello esteriore. Ma il fenomeno avviene anche sotto la macchina pneumatica. Quindi al fenomeno l'aria è indifferente.

Opinione del Newton

24. Il Newton per questo lato eziandio la strada ha aperto del vero. Egli, sebbene senza dirne abbastanza, il fenomeno attribuisce all' attrazione molecolare, cioè lo reputa risultamento di attrazione sia dell' acqua, sia del vetro, sia di amendue i corpi.

Spiegazione del Clairault

25. Il Clairault, seguendo il divisamento del Newton, ha esaminato con diligenza le diverse forze di attrazione molecolare e di gravità che concorrono simultaneamente all' ascensione del liquido. Ma la sua teoria è erronea nel suppor l'attrazione del tubo estendersi sino al centro della colonna liquida sollevata dalla forza capillare. La esperienza dimostra tale attrazione aver solo effetto sensibile assai vicina al contatto, infine agire nel senso dell' affinità.

Teoria del Laplace

26. La teoria più a giusto titolo ricevuta è la teoria del Laplace. Noi la seguiremo.

27. La colonna sottilissima del liquido che occupa l' asse del tubo capillare non è sostenuta sopra il livello dall' attrazione delle pareti del tubo. In tubi di uno stesso diametro, sien doppii, sien sottili, l'acqua ascende sempre alla medesima altezza. Quindi gli strati di vetro che trovansi ad una distanza sensibile dalla superficie interna non producono effetto

da apprezzarsi, e l' attrazione del vetro agisce sensibilmente solo a distanze impercettibili, ciò che l'attrazion capillare rende simile all' affinità. Quindi avendo il tubo, comunque capillare, sempre una larghezza sensibile, l' azione del medesimo non si può estendere sino all' asse suo. Questo è il fondamento della teoria del Laplace.

Intanto è d' uopo esaminare qual forza faccia ascendere sopra il livello la colonna acquea che forma l' asse del tubo capillare.

Un liquido orizzontale spinge le propie molecole verso l'interno

28. Riflette il filosofo che, quando un liquido mette la sua superficie in istato orizzontale, esercita sopra se stesso un'azione propia independente dalla gravità della terra. Quest' azione le molecole della superficie tende a far entrare nell' interno del fluido: ciò che realmente avverrebbe senza la opposizione della impenetrabilità.

Lo stesso se la superficie è concava

29. Osserva che, quando l' acqua si eleva in un tubo capillare, ella prende alla superficie un aspetto concavo che si avvicina molto all' interno di una mezza sfera vôta. Che in tale stato l'acqua esercita ancora sulle molecole della sua superficie un'azione perpendicolare da fuori in dentro; ma questa azione esser minore di quella ch' eserciterebbe la superficie di quell' acqua se fosse rimasta orizzontale, perchè le molecole acquee della concavità attirano quelle dell' asse del tubo.

Lo stesso se è convessa

30. Osserva che quando un liquido nel tubo capillare prende una figura convessa l' azione perpendicolare spinge anche da fuori in dentro le molecole del liquido, e tal pressione essere più forte che nelle altre due circostanze, perchè le molecole acquee

della convessità sono maggiormente attratte verso l'asse del tubo.

Procedimento del fenomeno

31. Con questi dati, seguendo il filosofo, discorreremo nel modo seguente.

Sia *a b c d* (*fig.* 6) la sezione di un tubo capillare immersa perpendicolarmente nell'acqua, ed *x z* il livello dell'acqua : *g e f* sia la superficie concava dell'acqua contenuta nel tubo. Al punto e, che corrisponde all'asse del tubo, vi è una sottil colonna di acqua *e i*. Sia *l h* una sottil colonna esterna della stessa acqua, lontana dal tubo tanto che questo agir non possa sopra di lei. Un canale orizzontale *h i* suppongasi tener le due colonne in comunicazione. Or, sebbene la colonna *e i* abbia una altezza uguale all'altezza della colonna *l h*, pure la pressione di lei sulla base *i* sarebbe minore della pressione della colonna *l h* sulla base *h*, perchè, siccome ho accennato pocanzi, l'azione verticale da fuori in dentro delle superficie concave è meno forte di quella delle superficie orizzontali. Quindi squilibrio fra le due colonne. Per la qual cosa la colonna interna *e i*, ad equilibrarsi con la colonna esterna *l h*, dovendosi elevare fino al punto in cui il peso di lei compensi la differenza di pressione, supererà necessariamente il livello esterno.

32. Ciò ch'è detto dell'acqua nei tubi capillari è comune a tutt'i liquidi in grado di bagnare il vetro.

Del mercurio nei tubi capillari

33. Il mercurio, come che liquido, sembra nel fenomeno in quistione debba seguire le norme naturali dell'acqua. Ma a prima vista la cosa si presenta diversamente. Immergete nel mercurio una la-

stra di vetro: il mercurio si abbasserà intorno a quella descrivendo una curva convessa: (*fig.* 7) ed il fenomeno sarà più sensibile se, prima della immersione, ungerete la lastra con uno strato di sostanza grassa, p. e. di sego. Adoprate due lastre di vetro vicine, o un tubo della stessa sostanza, il medesimo fenomeno avrà luogo. Or d' onde la differenza nella configurazione della superficie del mercurio e dell' acqua?

34. L' abbassamento del mercurio nel fenomeno e la convessità della sua superficie dipendono da ostacolo che a lui si frappone ed al vetro. Vi ho detto tali abbassamento ed incurvatura essere più sensibili quando il vetro è unto di grasso. Questo fatto vi dimostra quella interposizione rendere inattiva l'attrazione molecolare tra il liquido ed il vetro. Per conseguenza sul liquido agirà solo l' azione da fuori in dentro e da alto in basso, e verso le pareti del vetro mancando l' attrazien laterale sarà forza al liquido prendere una incurvatura convessa.

La differenza dipende dall'attrazione

D' altronde nel §. precedente abbiamo veduto, il mercurio anche abbassarsi e ridursi convesso quando riceve l' immersioue di una lastra di vetro non unta di grasso. Però la causa non differisce: sempre impedimento all' attrazion laterale. Tal causa è un leggiero strato di umido attinente al mercurio che alla superficie si attacca del vetro. In fatti seccato perfettamente, purgato per quanto è possibile di aria, la quale sempre contiene una quantità di umido, ed introdotto in un tubo capillare di vetro, la superficie diverrà piana ed anche concava.

Vedete così il mercurio nei tubi capillari pre-

sentare un effetto diverso che l'acqua, non per altro che per l'intervento di causa a lui straniera ed al tubo.

Esempio simile nell'acqua

35. Nè ciò avviene solo al mercurio. L'acqua ci porge un'anomalia dello stesso genere allorchè fra lei ed il tubo s'interpone una sostanza che impedisca l'azion molecolare.

Introducete nell'acqua un tubo ricurvo (*fig.* 8). Il liquido nell'uno e nell'altro braccio si metterà a livello e sarà terminato da superficie concave. Rinnovate l'esperimento, ma prima l'interno di un braccio del tubo ungete di grasso. L'acqua nuovamente introdotta in questo braccio *a* terminerà con la superficie convessa, l'acqua nuovamente introdotta nell'altro braccio terminerà come prima con la superficie concava, e si vedrà molto più elevata sopra il livello che presentava prima.

Raziocinio sull'abbassamento nel caso della convessità

36. Qui per dimostrare la causa dell'abbassamento in circostanza di convessità è opportuno un additamento sperimentale analogo alla spiegazione data circa la concavità. Sia convessa la superficie del liquido, come *g e f* (*fig.* 9). La pressione della sottil colonna *e i* sulla base *i* essendo maggiore di quella di *l h* dello stesso liquido sopra la base *h* (§§. 28, 29, 30) l'effetto della risultante compensazione sarà di rendersi più corta la colonna *e i*.

Misure dei raggi delle superficie e dell'azione del liquido sopra se stesso

37. In amendue i casi, della superficie concava e della convessa, se la superficie è una sezione di sfera (e tale trattandosi di tubi strettissimi potete considerarla) i raggi suoi sono proporzionali ai diametri dei tubi ed al raggio della incurvatura: e l'azione perpendicolare di lei sopra se stessa segue la ragione inversa del diametro del tubo.

38. Che se vorrete un cenno nella supposizione la superficie non sia sferica vi dirò in tal caso l'azione del liquido sopra se stesso esser composta dall'azione del piano e da quella della concavità o della convessità della superficie. Tal secondo termine, sempre picciolissimo a fronte del primo, è la semi-somma delle azioni di due sfere aventi per raggio il più grande ed il più picciolo raggio della incurvatura della superficie al punto che sarebbe per prendersi in considerazione.

Misure quando la superficie non è sferica

39. Vi sono corpi intorno ai quali il liquido non esce di livello. Esempio: una lamina di acciaio polito immersa nell'acqua. In questo caso l'attrazione delle molecole liquide fra loro è uguale all'attrazione fra il liquido ed il corpo immerso.

Il liquido intorno ad alcuni corpi non esce di livello

40. L'ascensione dei liquidi nell'interno dei solidi spiegasi con l'azion capillare. Per l'azion capillare l'acqua s'introduce nei vegetabili, ed una pietra di zucchero immersa per un angolo nel caffè tosto tutta s'imbeve di quello, e l'olio elevasi negli stoppini delle lampade, ec.

Applicazione del fenomeno dei tubi capillari

CAPO V.

Acqua in istato di ghiaccio

41. Ancorchè tipo della liquidità, l'acqua non è sempre liquida. Ella talora in istato solido si presenta o si riduce; stato cioè di gelo.

42. Quando il freddo è a 3, 56 del termometro di Reaumur (4, 44 cent.) se si espone all'aria aperta una bottiglia di vetro sottile fornita di un

Formazione del ghiaccio

lungo collo, e piena in parte di acqua, il liquido s'innalza alquanto per il collo, e dopo brevissimo tempo si abbassa e torna in riposo. Quindi nuovamente ascende, ed alla sua superficie si converte in piccoli aghi triangolari, una delle facce dei quali è a livello con l'acqua sottoposta. A misura che cresce il numero di aghi sì fatti essi gli uni negli altri s'inseriscono, mentre gl' interstizi fra loro vanno occupati da nuovi aghi. Così tutta la superficie a grado a grado si riduce in un corpo. Gli aghi si offrono come dentati, e nel porsi insieme imitano la figura della felce o anche di una piuma. Ricordinsi le gelate.

43. Se il freddo è più intenso, e perciò la congelazione è più rapida, appena avrete il tempo di distinguere la formazione degli aghi: la massa solida si compone subito, le dentature non si osservano.

Neve

44. La neve cade sovente in forma di picciole stelle a sei raggi, situati come quelli di un esagono regolare. Il celebre Haüy mette in analogia questa formazione con le ramificazioni che offrono le gelate.

Acqua in istato liquido oltre il termine della congelazione

45. Talora avviene che l'acqua rimangasi liquida mentre la temperatura è sotto il zero del termometro. Il Fahrenheit fu primo ad osservarlo. L'acqua era in un matraccio di vetro il cui tubo trovavasi chiuso da sopra. Ella conservò la sua liquidità per un giorno ed una notte. Rotto poi il tubo la congelazione operossi rapidamente, si formarono subito in mezzo all'acqua tanti ghiacciuoli. Questo fenomeno, dal Fahrenheit prima attribuito all' aria, conobbe il filosofo esser determinato dall' agitazione.

Cagione

46. Il Blagden la scoperta del Fahrenheit ac-

crebbe di osservazioni notabilissime. Egli giunse a far abbassare l'acqua fino ad 11, 66 sotto zero prima che congelasse, e notò alla buona riuscita dello sperimento esser necessaria un'acqua ben pura, cioè distillata e purgata di aria; notò pure che un moto vibratorio impresso al vaso contenente il liquido era il più propio a produrre la immediata congelazione. In tale rincontro la scossa ricevuta dall'acqua formava ne' ghiacciuoli tanti piccioli centri solidi intorno ai quali la solidificazione del liquido avviene prontamente.

47. Il conservarsi la liquidità dell'acqua sotto il zero può dipendere dalla diversità di figura fra le molecole secondarie dell'acqua e quella delle molecole secondarie del ghiaccio. In tal caso si direbbe che il consolidamento dell'acqua non possa avvenire quando le particelle del liquido sono in equilibrio, e che quando questo equilibrio è turbato allora avvenga.

48. Il Blagden ha osservato che l'acqua contenente in sospensione particelle di fango si congela più presto che l'acqua pura. Il fatto è legato alla idea pocanzi esposta. La presenza di corpi stranieri nell'acqua deve distruggere subito l'equilibrio in qualche parte della massa; le molecole degli uni d'ordinario hanno figura diversa dalle molecole dell'altro; la gravità specifica diversa è anche un oggetto a prendere in grave considerazione.

Le acque che hanno bollito gelano presto

49. Le acque che hanno bollito gelano più presto che le acque che non hanno sofferta la ebollizione. Ciò dipende forse perchè l'ebollizione ha messi in moto i sali contenuti nell'acqua, circostan-

za che ha alterata la trasparenza, e quindi ha cominciato ad operare lo squilibrio.

La congelazione libera l'acqua dal sale

50. Il momento della congelazione dell'acqua è anche ritardato quando il liquido contiene alcuni sali in dissoluzione: e, quando avviene il consolidamento, l'acqua perde il sale che conteneva, e quello passa ad esser contenuto nel liquido restante. Quindi è che nei paesi freddi per concentrare le acque salse si adopera la congelazione: mezzo grande di economia di combustibile.

Base sicura della scala termometrica

51. Da alcune cose dette nella parte di questo capo già per noi scorsa risulta che la temperatura nella quale l'acqua si congela non sia fissa. Avete letto ella congelarsi e sopra e sotto il zero del termometro. Quindi per dare un principio stabile alla teoria di questo instrumento si è scelto il ghiaccio o la neve al momento della loro fusione. (*lib. II*, §. 12) L'acqua piovana gelata, e la neve non contaminata da impurità, nel fondersi, il zero termometrico indicheranno costantemente.

Per l'acqua maggior gravità nello stato liquido, che nello stato di ghiaccio

52. Sull'acqua che comincia a congelarsi avete veduto nuotare i ghiacciuoli. Ciò ne fa credere la prima di maggior gravità specifica che i secondi. Ed è così. L'acqua giunta pel raffreddamento a gradi 3, 56 del term. di Reaumur (4, 44 centig.) si dilata: lo sapete. In fatti nel congelarsi a tale temperatura ella si trova sopra il suo livello, e questa dilatazione si accresce con l'accrescersi del raffreddamento sotto zero. Riflettete ora questa dilatazione essere un aumento di volume senza accrescimento di massa. Quindi a volume uguale, una data quantità di acqua liquida è più pesante di una massa di

acqua congelata. (*lib. I.* §§. 25, 74). I ghiacciuoli sono acqua congelata.

Come l'acqua congelandosi si dilati

53. Per darvi una causa della dilatazione dell'acqua, allor che passa in istato solido, consideratela col Mairan una cristallizzazione confusa (*lib. II* §. 20) per cui le molecole secondarie, ridotte ad altra figura che per lo innanzi, sieno disposte in modo da accrescere il totale della porosità che conteneva prima la massa liquida.

Massimo di densità dell'acqua relativamente al freddo diverso dal massimo di densità di altri corpi

54. Il maggior grado di densità dell'acqua è un momento prima ch'ella si congeli. Dunque il procedere del condensamento di lei è diverso dal procedere del condensamento di tanti altri corpi. Nei corpi solidi il massimo di densità è al massimo grado di freddo che si possa a quelli imprimere. Nell'acqua, oltre il grado di freddo che accompagna il massimo della densità di lei, ve ne sono molti altri. (*lib. II.* §. 12.)

Durezza del ghiaccio

55. Il ghiaccio supera talora in durezza lo stesso marmo. Così quello delle ghiacciaje della Svizzera, così quello del nord. Nel 1740 fu costruito in Pietroburgo un palazzo di ghiaccio fornito dalla neva. Innanzi al medesimo vedevansi cannoni e mortai di ghiaccio. I primi furono caricati, si fecero sparare, e le palle a sessanta passi attraversavano il legno per la grossezza di due pollici. Nè per lo scoppio tai cannoni si ruppero.

Forza espansiva dell'acqua congelata

56. La forza di espansione dell'acqua congelata è notabilissima. Il Biot empì di acqua un cannone di ferro della doppiezza di un dito, e lo chiuse a perfezione. Indi lo espose ad una forte gelata. Dopo dodici ore il cannone si trovò rotto. Dall'accademia

del Cimento nello stesso modo si era già fatta rompere una sfera di rame molto densa. L' acqua divenuta ghiaccio solleva il lastricato delle strade, rompe i tubi delle fontane, i macigni; i succhi degli alberi congelati fanno scoppiar questi e gli squarciano; dovunque si trova acqua, da che diventa ghiaccio, ella si distende: invano con i più forti ostacoli si tenterebbe di superarla.

Il mercurio fissa pel

57. Il mercurio col mezzo del raffreddamento abbandona la fluidità. Il Braun, accademico di Pietroburgo, fece intorno a ciò le prime sperienze.

Il mercurio congelato promove al tatto una sensazione dolorosa, molto comparabile a quella di una scottatura.

CAPO VI.

Acqua in istato di vapore

58. L' acqua si presenta eziandio in istato aeriforme, ciò che stato di vapore si dice. Trattando del calorico ho già dato idea del passaggio dell' acqua in istato di vapore. Qui di alcuni fenomeni prodotti dal vapore acqueo ed independenti da quelli che provengono dal suo intervento nell' aria sarà discorso.

Dilatabilità del vapore

59. Ricordate la ebollizione dell'acqua. (*lib. II*, 25. §.) Per la ebollizione l' acqua, dilatandosi, si riduce in vapore. Quando giugne il momento di questo passaggio la forza della dilatazione è accresciutissima, senza di che il passaggio dallo stato liquido allo stato aeriforme non potrebbe avvenire. Il vapore d. una data quantità di acqua, secondo re-

centi scoperte, occupa uno spazio mille settecento ventotto volte maggiore dello spazio per lei occupato in istato di liquidità.

Elasticità sua. Eolipila

60. Il vapore è elasticissimo: vince ogni resistenza. L'eolipila (1) è un istrumento che serve a dare qualche idea della grande violenza del medesimo. L'eolipila è un vase di metallo in forma di pera corredato di un collo ricurvo. Vôtato per quanto è possibile di aria col mezzo del riscaldamento, per l'orificio del tubo s'introduce in essa tant'acqua che corrisponda a due terzi della capacità. Indi nuovamente si sovrappone al fuoco. Dopo certo tempo dalla eolipila uscirà l'acqua in getto romoroso alto talora fino ad otto metri, e se l'istrumento fosse otturato creperebbe con sicuro pericolo dei circostanti.

61. Per le osservazioni del Vanban è noto che 140 libbre di acqua ridotta in vapore fecero saltare in aria una massa di 77000 libbre, mentre 140 libbre di polvere produssero un simile effetto solo sopra una massa di 30000 libbre.

Macchina a vapore.

62. La elasticità del vapore acqueo è adoperata con gran successo come forza motrice. Salomone di Caus francese, verso il 1615, consigliò di valersene per elevare l'acqua ad una certa altezza. Worchester nel 1663 propose lo stesso e credè il vapore acqueo potesse dar moto a diverse macchine. Il consiglio rimase negletto per poco men che trent'anni. Papino nel 1680 fece formar delle macchine analoghe alle suggerite dal Worchester.

(1) *Pila Eoli*, quasi porta di vento.

63. La prima macchina a vapore, denominata tromba a fuoco, fu invenzione di due inglesi, Newcomen e Caweley, (a. 1705) dopo un'opera sull'assunto pubblicata da altro inglese, Savery, e ch'era molto imperfetta. Tutto il gioco della tromba a fuoco deriva dal moto di uno stantuffo che sale e scende per un tubo cilindrico in comunicazione con una caldaia contenente acqua, dove col mezzo del fuoco sufficiente si ottiene il vapore. Comprenderete che il vapore, sulla cui somma elasticità non occorre io vi richiami, introdotto dalla parte inferiore del cilindro o tromba, ascenderà verso lo stantuffo e lo solleverà. Or supponete il vapore che solleva lo stantuffo sia condensato per mezzo di una corrente di acqua fredda, e quindi che questa sia fatta uscire: lo stantuffo e per la compressione dell' aria sovrastante e per il propio peso discenderà. Supponete una serie non interrotta di simili ascensioni ed abbassamenti. Ecco la idea della prima tromba a fuoco. In questa all' uso del vapore come forza è unita la bella idea di condensare il vapore col raffreddamento, e così di operare il vôto sotto lo stantuffo.

Difetti

64. La macchina, come che ingegnosa, avea difetti notabili. In essa la iniezione dell' acqua operatrice del condensamento si faceva nella tromba: ciò che raffreddava le pareti della tromba e, condensando una parte del motore della macchina, diminuiva di quello la quantità. Inoltre il vapore e la corrente di acqua erano introdotti o intercettati per mezzo di chiavi, che bisognava la mano aprisse o serrasse ogni volta che lo stantuffo compiva il suo

giuoco, ed in buona meccanica il primo motor di una macchina deve mettere in moto tutt' i pezzi.

Perfezionamento del Watt

65. Il Watt nel 1769 perfezionò la invenzione. Nella macchina a vapore del Watt, I, la tromba non è mai raffreddata; la iniezione dell' acqua fredda non si fa nel corpo di quella, ma in un vaso separato in comunicazione con la medesima, dove passa il vapore a condensarsi: II, il vapore agisce anche sopra lo stantuffo, in modo che l' interno della tromba non ha comunicazione con l' aria atmosferica: III, la macchina apre e chiude da se tutte le valvole e le chiavi.

Macchina a vapore del Watt

66. Ve ne darò un' abbozzo. (*fig.* 10:) *a* è la caldaia dove l' acqua per mezzo del sottoposto fornello è convertita in vapore: *b* è un tubo che porta il vapore nel cilindro o tromba *c*: il vapore è introdotto sopra lo stantuffo per la valvola *d*, sotto lo stantuffo per la valvola *e*: *f g* sono valvole per le quali il vapore del cilindro comunica col vicino condensatore *k k* dove un getto d' acqua è sempre in attività: le valvole *d e*, *f g* sono aperte o chiuse dal moto di due caviglie attaccate alla verga *h i*: *h i* è la verga dello stantuffo di una tromba destinata ad estrar l' acqua del condensatore, ed a portarla in un serbatoio *z* d' onde è estratta con la tromba *l* per essere dalla tromba *m m* portata al serbatoio *n*: l' acqua del serbatoio *n* serve a riparare le perdite di acqua, che per la evaporazione soffre la caldaia *a*: ella comunica con questa per mezzo del tubo *p*, e con un meccanismo all' uopo, a misura che quivi l' acqua si diminuisce, la compensa e la mantiene sempre a livello: *o* è un' altra tromba che

alimenta di acqua fredda il condensatore. Tutti gli altri stantuffi sono mossi dalla gran leva $x y$, la quale può comunicare il moto a qualunque macchina. Ad oggetto che la verga t si elevi sempre perpendicolarmente si usano le articolazioni parallele che vedete di sopra.

Alta temperatura del vapore necessaria

67. Nell' uso delle macchine a vapore è di massima importanza avvertire che quanto il vapore è più caldo, tanto è maggiore la sua elasticità, e per conseguenza tanto è maggiore il suo sforzo.

Applicazioni

68. Le barche a vapore sono applicazioni della teoria della tromba a fuoco. Muovonsi per mezzo di ruote spinte dalle verghe degli stantuffi animati dal vapore. Si usano principalmente pel servizio delle coste, e del tragitto dei fiumi, e per la navigazione dei laghi. Fulton, della nuova Jorck, che ne introdusse l' uso negli Stati Uniti, aveva anche immaginato construire legni di guerra a vapore. Alcuni di questi furono portati a termine dopo la sua morte; ad uno anzi si dette il nome di lui. Molte altre applicazioni della teoria delle trombe a fuoco si trovano utilmente introdotte. Col vapore si estrae il carbon fossile delle miniere di Cornovaglia, col vapore si fanno camminare lunghe filze di carri, si dà moto a tante manifatture, ec.

69. Il servizio delle macchine a vapore supplisce in un modo maraviglioso al servizio delle braccia, degli animali, di ogni altra macchina. I calcoli di Watt e di Boulon stabiliscono che un cavallo di forza media, lavorando otto ore al giorno, può in una ora elevare all' altezza di un metro circa 2650

metri cubici di acqua. Dato questo per unità, se una macchina a vapore è capace d' innalzare all'altezza di un metro 2650 metri cubici di acqua, si dirà aver ella la forza media di dieci cavalli, e per una applicazione analoga risulterà la macchina a vapore famigerata delle miniere di Cornovaglia avere la potenza di 1010 cavalli, che corrisponde alla somma delle forze di 5050 uomini. La macchina di Chaillot, presso Parigi, in ventiquattr'ore può fornire circa 13711 metri cubici di acqua.

70. In Cornovaglia si ammirano anche macchine a vapore di risultamento maggiore della gran macchina di Cornovaglia testè citata. Sono esse addette alle miniere di rame di Redruth, riaperte da pochi anni. In Inghilterra le macchine a vapore crescono tuttodì oltre misura. Nel 1826 nella sola contea di Lancastro se ne contavano oltre mille cinquecento. È memorabile il seguente luogo di un rapporto fatto nel 1824 alla società detta l'Institulo di Liverpool. ,, La stessa quantità di filo la cui fabbricazione in una epoca poco lontana avea bisogno del lavoro di un uomo e di una macchina, è oggi centuplicata con l'esercizio di ugual forza meglio diretta. Vi sono manifatture dove tutto è messo in moto dalle macchine a vapore, delle quali ciascuna in un giorno produce tanto filo che basterebbe per girare due volte intorno intorno l' intero globo. L' arte del tessitore si è perfezionata nello stesso modo che la filatura. I novelli mestieri (*power looms*) hanno poco bisogno di braccia, e fabbricano in ogni minuto una pezza di panno di 18 *canne*, ed in un giorno più che quindici

miglia di lunghezza. Un artefice americano ultimamente ha inventato una macchina la quale, quando sarà compiuta, fabbricherà sessantà spille ad ogni minuto. Egli è curioso di avvertire che la fabbrica delle spille era stata scelta da Adamo Smith come una prova dei vantaggi che risultano dalla divisione del lavoro in più mani, mentre oggi si ottiene lo stesso scopo senza l'intervento dell' uomo. In una parola la macchina a vapore ha effettuato in Inghilterra un cambiamento senza esempio nei tempi antichi e moderni. Ella ha creato una forza uguale a quella di più di due milioni di uomini, ella ha moltiplicato fino il tempo, *poichè non ha bisogno di riposo*, e dopo il tramonto del sole si rimpiazza il giorno con la illuminazione.—,, Si sono fatte sperienze molto solide circa l'artiglieria a vapore. Perkins, inglese, crede aver verificato che l'azione del vapore su i proiettili possa essere dieci volte maggiore della polvere di cannone. — Gourney, anche inglese, ha formato una carrozza a vapore, corredata di sei ruote, il moto delle quali, col mezzo di un regolatore, è accelerato o ritardato. Ella può scorrere oltre dieci miglia inglesi ad ora. In questa carrozza alla caldaia sono sostituite due serie di tubi di ferro saldato componenti la figura di un ferro di cavallo situato verticalmente, e nel cui interno sta il fornello. Tutto ciò è chiuso in una cassa di latta collocata dietro la carrozza. L' acqua per alimentare la macchina è sotto la carrozza. Le ruote di dietro ricevono la impulsione dagli stantuffi, che con i rispettivi cilindri sono anche sotto la carrozza. Per le salite la carrozza è fornita di alcune gambe a

moto alterno che aiutano l'azion delle ruote: e, ad evitare la rapidità di queste nelle scese, vi è il meccanismo che può impedire girassero, conservando loro il moto. La carrozza del Gourney è garentita da ogni pericolo. — La navigazione a vapore ha fatto immensi progressi in amendue gli emisferi. In Londra si è formata una compagnia per estendere con questo mezzo il commercio tra gl'inglesi ed il nuovo Mondo. Così in meno di quindici giorni si va o si viene dall' America settentrionale. Dalle isole britanniche si spediscono non meno navi a vapore per le Indie, dove gl' inglesi anche ne costruiscono. Un legno a vapore fabbricato a Calcutta, per la navigazione sul Gange, è stato impiegato alla guerra con molto successo. (1)

(1) Negli *annali universali di statistica* di Milano, an. 1826, si legge che Blasco Loyola propose a Carlo V. i bastimenti a vapore nell'anno 1543. » Il primo esperimento fatto a Barcellona » dice lo scrittore » riuscì con successo. Ma gl'invidiosi e detrattori vennero a capo di fare andare a vòto questa intrapresa, abbenchè l'inventore avesse ricevuto contrassegni della soddisfazione del principe . . . . . I documenti che attestano la scoperta sono depositati nell'archivio di Simancas, ed io ho nelle mani una distinta relazione dei risultamenti della esperienza. »

LIBRO QUARTO

AEROLOGIA FISICA

CAPO I.

Vedute generali

Introduzione

1. Aerologia fisica significa discorso sull' aria e sopra i di lei fenomeni generali, non che sopra alcune applicazioni essenziali di questi. L'epiteto di *fisica* distingue questa aerologia dalla aerologia chimica, la quale è il trattato dei gas.

2. L' aria è il tipo dello stato aeriforme. Ricordate ciò che abbiamo detto dei fluidi aeriformi al Cap. IX. del libro I.

3. L' aria è uno dei grandi agenti della natura, il sostegno della vita animale e della vita vegetabile: senza dell' aria tutto sarebbe morte.

4. L' aria circonda il globo, e circondandolo si eleva fino a grande altezza. È contenuta nelle viscere della terra, e particolarmente in molti corpi.

L'aria è un corpo composto

5. Gli antichi l' aria credettero elemento. Per tale anche i moderni, fino ad un certo tempo, l'hanno tenuta. Ella è un mescuglio di due diversi fluidi, il gas ossigeno ed il gas azoto.

Non è pura

6. L' aria che circonda il globo contiene sempre delle sostanze estranee, emanazioni cioè di corpi terrestri ed acqua soprattutto. Questo complesso fluitante constituisce l' atmosfera.

Dicesi meteora ogni fenomeno che avviene nell' atmosfera.

CAPO II.

Peso dell' aria

7. Dove si è trattato delle gravità specifiche avete veduto come l' aria si possa pesare agevolmente. (*lib. I*, §. 78). Ma colà si è a voi offerto il solo accennamento della macchina pneumatica, col cui mezzo si vôta d' aria il recipiente adoperato per conoscere il peso di questa. Quì la macchina pneumatica vi descriverò.

La voce greca *pneuma* adattata al nostro assunto significa aria in moto. La macchina pneumatica estrae aria : quindi la mette in moto.

8. La più semplice macchina pneumatica (*fig.* 1) si compone di un cilindro o tromba *a b*, nel quale muovesi uno stantuffo *c*, che si fa salire e scendere col mezzo del manubrio *d*. Alla estremità inferiore del cilindro è una chiave *e*. Lo scendere dello stantuffo verso la base del cilindro comprime l' aria : la chiave *e* la fa uscire.

Supponiamo vogliate vôtar d' aria il pallone *g*. Avvitate questo pallone alla parte inferiore del cilindro. La chiave *f* mantenga o tolga la comunicazione fra l' uno e l' altro.

Si chiuda la chiave *f*, cioè s' impedisca la comunicazione fra il pallone ed il cilindro, ed aperta la chiave *e* si faccia scendere lo stantuffo finchè sia possibile. L' aria contenuta nel cilindro uscirà per *e*. Si chiuda poscia *e*, aprasi *f*, cioè aprasi la comunicazione tra il pallone ed il cilindro, e si tiri in

alto lo stantuffo. L'aria del pallone, tendente ad espandersi, (*lib. I*, §. 145.) si dilaterà pel cilindro. Si chiuda *f*, ed aprendosi *e*, si abbassi nuovamente lo stantuffo. L'aria del pallone ch' era venuta nel cilindro uscirà per *e*. In questa circostanza la dilatazione di aria testè accennata avrà già rarefatto la massa del fluido che occupava l'interno del pallone, poichè parte di lei trovasi ascesa nel cilindro ed uscita per *e*. Si ripeta l'esperimento: l'aria nel pallone resterà sempre più rarefatta. Vedete quindi che una serie di queste ripetizioni, in fine delle quali chiuderassi la chiave, potrà far considerare il pallone come vôto d'aria.

A due trombe

9. Vi è la macchina pneumatica a due trombe (*fig.* 2) *a b* fornite dei loro stantuffi, i quali col muovere del manubrio *c*, che fa girare una ruota dentata, per mezzo del tubo *e* ch' è con loro in comunicazione, tirano l'aria contenuta sotto la campana *d* situata sopra il piatto d'ottone *f*.

Peso dell'aria dimostrato dal Galilèo

10. Mentre quasi generalmente i filosofi negavano pesasse l'aria, Galilèo, quel benefattore e quel martire della ragione, vôtò alla meglio un pallone di vetro dell'aria naturale che conteneva, e così vôtato il pesò. Fece quindi in quello iniezione d'aria in modo che vi restasse compressa, e con questo contenuto il pesò di nuovo. Paragonati i due pesi, trovò il secondo essere maggiore del primo.

Rapporti di gravità coll'acqua

11. Secondo il Deluc il peso dell'aria a quello dell'acqua distillata ridotta alla temperatura di zero, sotto la pressione di gr. 28 barometrici, sta come 1 a 760. Secondo il Biot il rapporto è alquanto maggiore di 760.

Scoperta del Torricelli

12. Prima che la fisica divenisse scienza sperimentale dicevano i filosofi la natura abborrire il vôto. Laonde allorchè, all' elevarsi innanzi dell' acqua lo stantuffo, vedevasi questa ascendere nelle trombe, si credeva che, operato il vôto dallo stantuffo, la natura per l' orror suo verso il vôto spingesse l'acqua ad occuparlo. Si narra anzi che alcuni fontanieri fiorentini, volendo elevar l' acqua ad una altezza maggiore di quella alla quale essi la elevavano d' ordinario, si fossero avveduti l' acqua nelle trombe, malgrado il sollevarsi dello stantuffo, non ascendere oltre i 32 piedi (metri 10, cent. 4) : e che, domandato Galilèo della ragione, risposto avesse ai fontanieri la natura abborrire il vôto sino all' altezza di 32 piedi : scherzo probabilmente di quel filosofo, come che taluno la risposta credesse data di buona fede.

13. Certo è d' altronde il Torricelli, discepolo di Galilèo, primo aver pubblicato che l' acqua nelle trombe si elevi per la pressione dell' aria esterna, e che questa pressione possa contrappesare una colonna d' aria di 32 piedi.

Egli introdusse una quantità di mercurio in un tubo di vetro, lungo tre piedi, chiuso ad uno delle sue estremità. Indi, l'altra estremità tenendo chiusa col dito, volse il tubo dalla parte di quello, lo immerse verticalmente in altro mercurio e, nel far questo, ritirò il dito che, per la situazione data al tubo, sosteneva la colonna di mercurio quivi contenuta. Si avvide allora che il mercurio discese e si fermò all' altezza di 28 pollici, i quali corrispondono a 758 millimetri della nuova misura.

Questo fatto guidò il Torricelli alla dimostrazione del suo assunto.

14. Ed in vero l'aria è un corpo pesante. Dunque deve premere ciò ch'è a lei sottoposto. Quindi allorchè la superficie di un liquido, p. e. l'acqua o il mercurio, si trova esposta all'aria libera ne riceverà una generale pressione. Questa pressione si reputa uguale sopra tutt'i punti di tal superficie, e lascia il liquido immobile, equilibrato nel suo livello.

Supponiamo ora s'immerga nel liquido la estremità inferiore di una tromba, e che si sollevi lo stantuffo. In questo caso le molecole della superficie del liquido interno alla tromba si troveranno scaricate di una parte dell'aria che pesava sopra di loro, mentre le molecole della superficie del liquido esteriore al tubo ricevono la pressione che ricevevano per l'innanzi. Per conseguente il liquido cederà verso la parte dove riceverà minor pressione, cioè ascenderà per la tromba sino a che il peso della colonna di lui formi una pressione uguale a quella dell'aria esterna: (ricordate la spiegazione del fenomeno dei tubi capillari). Avvenuta l'uguaglianza di peso, avrà luogo l'equilibrio.

Così conchiuderete che, se si riuscisse ad operare, sia nella tromba, sia nel tubo del Torricelli, un vôto perfetto, tanto l'acqua che il mercurio ascender dovrebbero sino a che il peso rispettivo equilibrasse il peso dell'atmosfera circostante.

15. Il peso della colonna di acqua di 32 piedi elevata nella tromba, supposte uguali le due basi delle colonne e la temperatura dei due liquidi, è uguale a quello della colonna di 28 piedi di mer-

curio ascesa pel tubo. In fatti due volumi uguali d'acqua e di mercurio, ad uguali temperature, presentano che il mercurio pesi tredici volte e mezza (1) maggiormente dell'acqua. (*lib. I*, §. 89) Quindi la colonna di mercurio del Torricelli esser dovrà tredici volte e mezza meno lunga della colonna d'acqua dei fontanieri. I 32 piedi equivalgono a 384 pollici. Dividete questi per 13 pollici e mezzo, peso del mercurio, presa l'acqua per unità. Avrete il quoziente di 28 pollici: lunghezza della colonna di mercurio del Torricelli.

16. La pressione dell'aria, del pari che quella di qualunque fluido pesante, sapete comprima in tutt' i punti le superficie dei corpi nei quali s' incontra. Ciò s' intende in tutt' i casi. Così, sebbene da sotto in sopra, agisce la pressione dell' acqua intorno ad una nave.

17. Se una colonna d'acqua di 32 piedi, o una colonna di 28 pollici di mercurio, equilibra il peso dell' aria alla superficie della terra, voi potete conchiudere che i corpi attinenti a questa superficie sieno premuti dall' atmosfera con la stessa forza che li premerebbe una colonna d' acqua di 32 piedi, o di mercurio di 28 pollici. Con tali antecedenti si è sceso a calcolare qual pressione riceva dall'atmosfera un uomo di mezzana statura. Essa equivale ad un peso di 16000 chilogrammi (2).

---

(1) Anzi un poco più, circostanza che qui possiamo tenere come insensibile.

(2) 33600 libbre parigine.

Applicazione alla salute umana

18. Questo immenso peso, quasi incredibile, gravitante sulla macchina umana, non è da noi avvertito perchè continuamente equilibrato dalla reazione dei fluidi elastici contenuti nelle cavità del corpo animale. Esso d'altronde varia sovente. Il cambiamento di temperatura ed altre cause naturali variano la densità dell' aria. Ma tali variazioni avvengono in un modo poco sensibile e quì non ne terremo conto. Faremo cenno solo delle variazioni improvvise: p. e. quando l'uomo s'innalza a grandi altezze. In queste circostanze si rompe notabilmente l'equilibrio fra la colonna d'aria comprimente e la resistenza del corpo vivente compresso. Somma stanchezza si manifesta allora per la macchina, un sopore cui non si sa resistere s'impossessa de' sensi, i polmoni si accelerano, la respirazione si affretta. Per ispiegare la causa del fenomeno uopo è sappiate che il ben essere della macchina animale abbisogna che una quantità d'aria determinata scorra pei polmoni in un dato tempo. Or nei luoghi di grande elevazione, come p. e. sopra certe montagne le cui cime si perdono nelle nuvole, l'aria essendo rara molto più che nei luoghi abitati ordinariamente, avviene che in un dato tempo quantità di lei inferiore alla necessaria pel ben essere della macchina animale eserciti la respirazione.— Un aria più densa che l'aria ordinariamente respirata produrrà anche effetti alla salute contrarii. Questi non avvengono per cause naturali, ed in generale sono meno pericolosi di quelli prodotti per la rarefazione (1).

(1) Ne' §§. 79 lib. I, e 10 lib. II avete letto accennamento di pressione atmosferica o peso dell' aria. Ritornate per pochi istanti a tai luoghi.

CAPO III.

Del barometro

19. All' esperimento dell' ascensione del mercurio operato dal Torricelli siamo del barometro debitori. Barometro è un nome composto delle voci greche *baros* peso, e *metron* misura. Esso è consecrato a misurare la pressione dell' aria sopra qualunque punto della superficie terrestre, e quindi le variazioni che in essa si producono pe' varii fenomeni compresi nella meteorologia.

Consiste il barometro in un tubo di vetro *a* (*fig.* 3) chiuso nella parte superiore, alto più di trenta pollici. Nella sua costruzione si è messa in questo tubo una buona quantità di mercurio, ed all' orificio pel quale si è introdotta, rivolgendo il tubo, si è tenuto il dito a fine sostenesse la colonna del liquido. Poscia l' orificio si è immerso in un piccolo bacino esistente in *b c* anche contenente mercurio, e subito il liquido si è disposto all' altezza di circa 28 pollici. Ecco perfettamente la operazione del Torricelli. Avvertasi che il mercurio per mezzo della ebollizione ha dovuto essere purgato di aria, ed il tubo per mezzo delle espirazioni, prima della introduzion del mercurio, e col riscaldamento, dopo la introduzion del medesimo, ha dovuto essere ridotto al vôto maggiormente possibile. Si attacca poi il tubo ad una lamina divisa in pollici e linee *d*, scala che comincia dal livello del mercurio chiuso nel bacino. La figura vi presenta una vite metallica,

e la quale serve ad elevare o abbassare il mercurio del piccolo bacino, e la punta d'avorio *i* ch'è immersa nel bacino e che, quando con un segno orizzontale fatto in essa corrisponde ad altro esistente in un pezzo d'avorio nel quale è ella mobile, assicura la verità dell'altezza indicata dalla colonna di mercurio sovrastante.

20. I limiti delle variazioni barometriche sono tra i pollici 26 e 29. Nei nostri climi la colonna barometrica nelle massime pressioni di aria non oltrepassa giammai l'altezza de' 29 pollici, e nelle massime rarefazioni di quella non iscende più sotto dei 26.

21. Volendosi adottare la divisione decimale, questi limiti saranno 70 e 78 centimetri, la elevazione dei 28 pollici corrisponderà a 758 millimetri, ed il tubo sarà intorno a 900 millimetri.

22. Vi sono altre invenzioni di barometro. Il barometro a sifone non ha bacino. È un tubo ricurvo. I due bracci sono paralleli, e da uno di questi si è introdotto il mercurio. Non è mio divisamento, nè può essere desiderio di chi vuol gustare alquanto la fisica, la presente opera vada molto in là del necessario, se pure a questo abbia io saputo supplire.

Uso del barometro per conoscere le variazioni atmosferiche

23. Le variazioni atmosferiche aumentano o diminuiscono la pressione dell'aria sul mercurio del barometro, e perciò producono che la colonna di questo liquido si allunghi o si abbassi. Il vento, la pioggia, la tempesta producono il secondo fenomeno. La serenità produce il primo. Tali vicende barometriche sovente precedono le variazioni. Così, se il

tempo è piovoso e vedete salire la colonna barometrica, potete attendervi il buon tempo, se è buon tempo e vedete abbassare la colonna barometrica potete dire l' atmosfera disporsi alla pioggia, o al vento. Per comodo generale alla parte della scala barometrica ne' cui confini si riducono le variazioni dell' atmosfera, cioè tra i pollici 26 e 29, si usa notare a qual' elevazione avvengono ordinariamente i cambiamenti.

24. Vero è intanto che il buon tempo e la pioggia non abbiano influenza tale sulle barometriche variazioni, che si possa dir costantissima. Il barometro però il più delle volte con le predizioni sue non inganna, e ciò basta a renderlo di grande utilità.

Manometro

25. Il manometro è un barometro adoperato per misurare la tensione, o vero lo sforzo, o vero la forza elastica di una sostanza aeriforme, chiusa in un vase, il quale è di vetro ed a cui si dà sovente la figura di un pallone. *Manos* in greco significa raro, cioè non denso.

Immaginate un residuo di aria con presenza di vapore acqueo in un pallone di vetro (*lib. I*, §. 79), dopo la operazione della macchina pneumatica nell' interno di questo. Per misurare la tensione di questo mescuglio esponete all' azione di esso un barometro a sifone: ciò si otterrà facendo in modo che il barometro, custodito in un cilindro di vetro, ed in comunicazione col pallone per mezzo di chiavetta, possa ricevere la pressione del mescuglio, mantenendosi garentito da ogni altra pressione di aria circostante. La pressione verrà indicata dalla scala annessa al barometro, ed esprimerà la tensione

del mescuglio. L' apparecchio vi offre un manometro applicato al mescuglio.

Il manometro serve molto ed alla formazione ed alla misura della forza elastica dei vapori.

CAPO IV.

Continuazione. Misura delle altezze col barometro

L' atmosfera non ha da per tutto la stessa densità

26. Se l'atmosfera avesse da per tutto la stessa densità, conosciute le relazioni di gravità specifica tra lei ed il mercurio alla superficie terrestre e sotto la pressione di 76 centimetri (presso a poco 28 pollici) stare fra loro come 1 a 10463, si otterrebbe in risultamento l' atmosfera essere alta metri 7600. Ma questa determinazione dee reputarsi erronea. ,, L'aria essendo compressa dal peso dell'atmosfera, la densità di lei è proporzionale alla forza che la comprime ,, (1). Riflettete alla compressibilità dei fluidi aeriformi. Riflettete che ogni strato di aria, essendo di diversa altezza di quelli a lui superiori ed inferiori, esercita una pressione diversa dalla pressione che quegli esercitano sopra gli strati atmosferici a lui settoposti. Che la pressione alla quale soggiacciono gli strati atmosferici, essendo la espressione del peso ch'essi soffrono dagli strati superiori, da che ogni strato eserciterà una pressione diversa, ogni strato avrà un diverso peso.

(1) Newton *opt. lib. III. quaest.* 28.

Che il peso è la espressione della densità. Dunque l'atmosfera non ha da per tutto la stessa densità. Dunque a determinare l'altezza dell'atmosfera altro metodo è necessario.

Le densità degli strati atmosferici formano una progressione geometrica

27. Supponete uno strato di atmosfera diviso in tanti piani orizzontali sottili ed uguali al segno che la densità possa mantenersi costante in tutta la estension di ciascuno e variar solo dall' uno altro. Sia tale strato alla superficie terrestre e diviso in quattro piani. Sia S il più immediato alla terra, S' S'' S''' sieno gli altri tre disposti con l'ordine progressivo quì indicato. Il peso tra li strati sarà così S—S', S'—S'', S'—S'''. Ora il peso è la espressione della densità. Date all' esempio tutta la estensione di cui è suscettivo, o almeno l'atmosfera tutta considerate ridotta nei piani quì espressi. Eccovi la densità degli strati successivi atmosferici decrescere in progressione geometrica.

Le altezze degli strati atmosferici formano una progressione aritmetica

28. Le elevazioni del mercurio nel barometro sono proporzionali alle densità dell' aria corrispondenti alle diverse altezze dove avvengono tali elevazioni. Questi rapporti si determinano col mezzo dei logaritmi. I logaritmi sono numeri in progressione aritmetica corrispondenti a numeri in proporzione geometrica. Eccovi le altezze dell' atmosfera sopra ciascuno strato di lei formare una progressione aritmetica.

Applicazione

29. Antivedete già che, mettendo in rapporto le varie densità e le altezze, voi vi porterete più sicuramente a conoscere le seconde. Veniamo ad un esempio. Abbiasi una tavola di logaritmi, dove da una parte le densità sieno espresse dal numero delle

linee che le misurano, e dall'altra sieno espresse in numero di tese, o metri, le altezze alle quali corrispondono le elevazioni del mercurio. Si voglia misurare l'altezza di una montagna. Si prenda il numero delle linee che segna il barometro tanto al punto più basso, tanto al punto più alto della montagna, e sulla tavola si trovi il numero di tese, o metri, corrispondenti all'uno ed all'altro punto. La differenza fra i due numeri vi darà l'altezza della montagna, cioè la distanza verticale fra il punto più basso ed il punto più alto.

30. Nel fare l'anzidetta applicazione è d'uopo aver presente che in una stessa colonna di aria gli strati superiori sono più freddi degl'inferiori, ciò che altera il calcolo della progressione geometrica della densità, la quale sottintende temperatura uniforme a tutte le altezze. A questa anomalia i sapienti hanno con le loro correzioni dato rimedio, ed il metodo è oggi ridotto a tutta la esattezza che dalle osservazioni barometriche si possa sperare.

31. Allorchè col mezzo del barometro si vogliono misurare altezze è d'uopo al più elevato luogo ed al più basso si rechino due osservatori forniti di due uguali e buoni barometri. Le osservazioni dovranno farsi in tempo sereno, ed all'ora in cui l'atmosfera sta nella quiete maggiormente possibile.

Appendice; tavola di altezze riportata dall'Humboldt

32. Nel viaggio del celebre viaggiatore e filosofo Humboldt, pubblicato nel 1807, si legge la seguente tavola di altezze di diverse parti del globo, co' nomi de' rispettivi osservatori.

Sopra al livello del mare

IN AMERICA	metri	tese	
Chimborazo	(6544	3358	Humboldt
	(6275	3220	Bouguer, la Condamine
	(6587	3380	Juan
Cayambé	5905	3030	Boug, la Cond.
	5954	3055	Humboldt
Antisana	(5833	2993	Humboldt
	(5878	3016	Bouguer
Cotopaxi	5753	2952	Bouguer
Rucu Pichincha . . .	(4868	2498	Humboldt
	(4816	2471	Juan
Guagua Pichincha . .	4740	2432	La Condamine
Tungurahua			
Dopo l' eruzioni del 1772, ed il tremoto del 1797	4958	2544	Humboldt
Prima di tali catastrofi	5106	2620	La Condamine
Quito (città)	2935	1506	Humboldt
Santa Fè di Bogota (città)	2625	1347	Humboldt
Messico (città) . . .	2294	1177	Humboldt
Popayan (città) . . .	1756	901	Humboldt
Cuença (città) . . .	2514	1290	Humboldt
Loxa (città)	1960	1006	Humboldt
Caxamarqua (città del Perù)	2748	1410	Humboldt

	metri	tese	
Micuipampa (città del Perù	3557	1825	Humboldt
Caracas (città) . . .	810	416	Humboldt
Villa di Antisana . . .	4095	2101	Humboldt
Popocatepelt (vulcano del Messico)	5387	2764	Humboldt
Itzaccihuatl, (o la Sierra Nevada del Messico).	4796	2461	Humboldt
Sitlaepel, (o il Picco di Orizaba	5305	2722	Humboldt
Nauvpantepetel (Cofre de Perota)	4026	2066	Humboldt
Nevado de Toluca (Messico)	4607	2364	Humboldt
Vulcano di Jorullo (uscito da terra nel 1759).	1204	618	Humboldt
Monte S. Elia	5513	2829	Quadra e Galeano
Arequipa (vulc. del Perù).	2693	1382	Espinosa
Picco di Duida (presso la) (sorgente) (di Ore-) (noco.)	2551	1309	Humboldt
Silla de Caracas . . .	2564	1316	Humboldt
Tumiriquiri (montagna) (di grès) (della pro-) (vincia del-) (la Nuova) (Andalu-) (sia.)	1902	976	Humboldt

	metri	*tese*	
Cima delle montagne blò della Giammaica . .	2218	1138	Edward
NEL MARE DEL SUD			
Mowna Roa nelle isole di Sandovik . , . . .	5024	2578	Marchand
IN ASIA			
Monte Libano	2906	1491	La Billardière
	(3950	2027	Marsden
Oflir (nell'is. di Sumatra)	(3705	1901	Cordier
	(3701	1899	Johnstone
IN AFRICA			
Picco di Teyde . . .	3689	1893	Borda
IN EUROPA			
Alpi			
	(4775	2450	Saussure
Mont blanc	(4728	2426	Pictet
	(4660	2391	Deluc
Mont Rose	4736	2430	Saussure
Ortler (Tirolo). . .	4699	2411	incerta
Finsterahorn	4362	2238	Tralles
Iungfrau	4180	2145	Tralles
Mônch	4114	2111	Tralles
Aiguille d' Argentière .	4081	2094	Saussure

	metri	tese	
Schreckhorn	4079	2093	Tralles
Eiger	3983	2044	Tralles
Breithorn	3902	2002	Tralles
Grossglockner (Tirolo).	3898	2000	incerta
Alt-Els	3713	1905	Tralles
Frau	3699	1898	Tralles
Aiguille du Dru . . .	3794	1947	Saussure
Witterhorn	3720	1909	Tralles
Doldenhorn	3666	1881	Tralles
Rothorn	2935	1506	Saussure
Le Cramont	2732	1402	Saussure
Selgemme de Wasserberg, (Tirolo) . .	1652	848	Buch
Selgemme di San Maurizio (Savoia) . .	2188	1123	Saussure
Passaggi delle Alpi che portano in Italia dall' Allemagna dalla Svizzera e dalla Francia.			
Monte Cervino . . .	3410	1750	Saussure
Col di Seigne	2461	1263	Saussure
Col Terret	2321	1191	Saussure
Mont Cenis	2066	1060	Saussure
Piccolo S. Bernardo . .	2192	1125	Saussure
Gran S. Bernardo . .	2428	1246	Saussure
Sempione	2005	1029	Saussure
S. Gotardo	2075	1065	Saussure
Splügen	1925	988	Scheuchzer
Taures di Rastadt nel paese di Salzbourg. .	1559	800	Moll
Brenner (Tirolo) . .	1420	729	Buch

	metri	tese	
Col-de Gèant	3426	1758	Saussure
Grimsel	2134	1095	Tralles
Scheidek	1964	1008	Tralles
Pettine, cima del San Gotardo	2722	1397	Saussure
Buet	3075	1578	Saussure
Dôle (del Jura) . .	1648	846	Saussure
Montanvert	1859	954	Saussure
Fourche de Betta . . .	2633	1351	Saussure
Watsmann	2941	1509	Beck
Untersberg	1800	924	Schieg
Hohestaufen	1793	920	Schieg
Roche du Pass-Lug . .	2161	1109	Moll
Schneeberg, presso di Sterzing	2522	1294	Buch
Cima del Brenner (Tirolo)	2066	1060	Buch
Nord delle Alpi, in Alemagna			
Schneekoppe	1608	825	Gersdorf
Grosse Rad	1512	776	Gersdorf
Tafelfichte	1150	590	Gersdorf
Zobtenberg	721	370	Gersdorf
Hohe Eule	1079	554	Gersdorf
Brocken	1062	545	Deluc
In Italia			
Etna	3338	1713	Saussure
Monte Erice (Sicilia).	1187	609	
Monte Vellino (Appennini)	2393	1228	Shukburg
Legnone	2806	1440	Pini

		metri	tese	
Vesuvio		1198	615	Shukburg
(1)				
Monte Rotondo (Corsica)		2672	1371	Perney
Monte d'Oro (Corsica)		2652	1361	Perney
Monte Grosso (Corsica)		2237	1148	Perney
Monte Cervello (Corsica)		1826	937	Perney
Venda . . .	(la più alta cima degli Euganei)	555	285	Sternberg
Monte Baldo		2249	1103	Sternberg
Monte Baldo ...	(la cima chiamata monte maggiore.)	2227	1143	Sternberg
Pirenei				
Monte Perdu...	(la cima la più elevata dei Pirenei Spagnuoli.)	3436	1764,	Vidal, Reboul, Ramond
		3366	1727	Méchain

(1) Altezza del Monte Corno, o Gran Sasso d'Italia, misurata col metodo barometrico dal Marchese Orazio Delfico, m. 3113 circa.

	metri	tese	
Vignemale. . . (la cima la più elevata dei Pirenei francesi.)	3356	1722	Vidal
Il Cilindro	3332	1710	Vidal e Reboul
Maladette	3255	1670	Cordier
Le Pic long.	3251	1668	Ramond
Prima torre del Marborè.	3188	1636	Vidal e Reboul
Neouvielle	3155	1619	Ramond
Brèche de Roland . .	2943	1510	Ramond
Pic du Midi	(2935	1506	Vidal e Reboul
	(2865	1470	Mechain
Canigou	(2808	1441	Cassini
	(2781	1427	Mechain
Pic de Bergons . . .	2112	1084	Ramond
Pic du Montaigu . . .	2376	1219	Ramond
Passaggi dei Pirenei che portano da Francia in Ispagna			
Porto di Pinede . . .	2516	1291	Ramond
Porto di Gavarnie . .	2331	1196	Ramond
Porto di Cavarère. . .	2259	1151	Ramond
Passaggio del Tourmalet.	2194	1126	Ramond
Francia			
Mont d' Or	(1886	968	Delambre
	(2042	1048	Cassini

	metri	tese	
Cantal	(1857	953	Delambre
	(1935	993	Cassini
Puy-de Dôme	(1477	758	Delambre
	(1592	817	Cassini
Puy-Mary	(1658	851	Delambre
	(1863	956	Cassini
Col-de Cabre	1689	867	Delambre
Montagne de Mezin (Cevennes)	2001	1027	
Le Ballon (Vosges) .	1403	720	
Pic de. Beguines	1115	572	Thuilis
Monte S. Victor, presso d' Aix	970	498	Thuilis
Spagna			
Palazzo di S. Idelfonso .	1155	593	Thalacker
Picacho de la Veleta(Sierra Nevada di Granata.)	2249	1154	Thalacker
Svezia			
Kinekülle	306	157	Bergamann
Islanda			
Snoefials Sokull	1559	800	Povelsen
Helka.	1013	520	Povelsen
Spitzberg			
Monte Parnasso . . .	1194	613	Mulgrave

Questa tavola avvicina contemporaneamente pel filosofo molti luoghi distantissimi fra loro, portandolo a gravi induzioni. La maggior parte delle sue misure è fatta col metodo barometrico (1). Alcune

(1) Vi è un antico metodo per misurare l' altezza delle montagne. Questo è il geometrico, cioè misurando gli angoli con le regole della trigonometria.

di esse hanno ricevuto qualche rettificamento. Così nel *Saggio Politico sulla Nuova Spagna* dell' Humboldt (1811) il vulcano di Popocatepelt , ossia il vulcano della Puebla , trovasi metri 5400 , cioè tese 2771 ; il Nevado di Itzaccihualt metri 4786 , o tese 2456 ; il Picco di Orizaba m. 5295 , o t. 2717 ; il Coffre de Perota m. 4089 , o t. 2098 ; il Nevado de Toluca m. 4621 , o t. 2372 ; il vulcano di Jorullo m. 1301 , o t. 667.

CAPO V.

Elasticità dell' aria

83. Qualunque parte di colonna atmosferica presa alla superficie della terra , per la elasticità del fluido di cui è composta , fa sempre equilibrio alla pressione della parte superiore , la quale corrisponde alla pressione di una colonna di 76 centimetri (1) di mercurio. Così una coppa rovesciata sopra un piano liscio può essere sollevata facilmente. D'altronde il fenomeno esige la coppa sia piena di aria : poichè, quella sottomessa al recipiente della macchina pneumatica , e così diminuita l' aria contenuta sotto di lei , indi esposta di nuovo all' aria libera , con difficoltà staccherete dal piano : effetto della prevalenza della colonna atmosferica sovrastante.

La elasticità dell' aria inferiore resiste alla pressione dell' aria superiore

34. Comprendete che separandosi alla superficie terrestre una quantità di aria la quale con la sua

Mancando la compressione , l'aria si dilata

(1) Circa

elasticità deve far equilibrio ad una pressione equivalente a quella di 76 centimetri di mercurio, ed introducendosi nel vôto, per non incontrare resistenza, si dilaterà (*lib. I*, §. 146).

La dilatazione diminuisce la forza della elasticità dell' aria

35. La forza di elasticità dell' aria è diminuita dalla dilatazione. Questa diminuisce quella in ragione inversa dei volumi, o degli spazii occupati dal fluido prima e dopo di essersi dilatato. Esempio: in caso che prima della dilatazione la elasticità fosse 8, il volume 6, se per la dilatazione il volume diverrà 12, la elasticità ridurrassi a 4. Adesso comprenderete meglio la causa del mal essere indicato al §. 18.

La compressione l'accresce

36. Al contrario la compressione accresce la forza della elasticità dell' aria. Comprimetela in una tromba con uno stantuffo: essa si restringerà nel senso dell' altezza, e vi farà sentire una resistenza notabilissima.

Come la elasticità dell'aria si manifesti

37. Quindi il grado di elasticità dell' aria si determina con un cambiamento di volume. Tale elasticità si diminuisce di forza quando il cambiamento è dilatazione, si accresce di forza quando quello è restringimento (1).

Fontana di compressione

38. Un bello esempio della elasticità dell' aria è la fontana di compressione (*fig.* 4). È essa un

---

(1) Abbenchè tanto i gas permanenti, che i vapori sieno fluidi elastici, evvi una differenza tra le loro abitudini. La elasticità di un gas permanente aumentasi quando si diminuisce lo spazio in cui quello è chiuso. Esso allora si comprime sopra se stesso resistendo sempre maggiormente alla pressione. Al contrario, a misura che voi restringete lo spazio che contiene i vapori, una porzione di questi perde la elasticità e ritorna allo stato liquido (*V. Lib. II*, §. 50).

vaso di metallo *a* pieno di acqua fino ad *x z*, fornito di un tubo *c d*, che va sino al fondo del vaso, e che col mezzo di una chiave *e* si attacca al vaso. Si adatta alla estremità superiore del tubo in *c* una tromba *f g* fornita di stantuffo, e tenendosi aperta la chiave *e* s' introduce l'aria nel vaso. L'aria attraversa l' acqua nel tubo : indi uscendo, perchè dell' acqua meno pesante, si dispone nel vaso sopra di lei, mentre dalle compressioni ripetute dello stantuffo riceve notabile condensamento. Quindi si chiude la chiave, si svita la tromba, ed a questa si sostituisce una specie di piccolo cono vôto *h* ed aperto alla sommità ch' è rivolta verso la parte superiore. Appena si aprirà di nuovo la chiave, l' acqua compressa dall' aria condensata entrerà pel tubo immerso nel liquido, e slancerassi dal cono ad un'altezza oltremodo considerabile.

La fontana detta di Erone è una specie di fontana di compressione.

Schioppo pneumatico

39. Avete veduto gli schioppi pneumatici (schioppi a vento) o almeno ne avete inteso parlare. Il calce è di metallo e vôto. Una valvula sita nella parte più stretta del medesimo dà introduzione all' aria che, prima di unirsi il calce alla canna, vi è iniettata da una tromba corredata di stantuffo. Introdotta l' aria e condensata da una serie di compressioni operate con lo stantuffo, si toglie la tromba ed al luogo di lei si connette la canna. Allora la valvula si trova chiusa per la pressione che riceve dall' aria introdotta.

Quando si mette lo schioppo in attività, col mezzo del fucile si apre la valvula, esce una por-

zione di aria sufficiente a spingere la palla che trovasi avanti la valvula, e questa valvula per la pressione dell' aria nuovamente restata nel calce si chiude. Indi nuovamente si fa agire il fucile, e la scarica nel senso esposto si rinnova più volte finchè, uscita molta aria dal calce, la restante per dilatazione, e quindi per isoemamento di forza di elasticità, divenga inefficace a produrre il fenomeno.

Fontana intermittente

140. La fontana intermittente (*fig.* 5) è un globo *a b* nel quale sonovi parecchie aperture fornite di tubi corrispondenti *c d e f*. Un tubo *g h* attraversa verticalmente il globo sino alla vicinanza della sommità di questo. La parte inferiore di *g h* è intromessa in un cilindro vôto *i* attaccato al fondo di un bacino *l m* diviso in due cavità comunicanti fra loro per un buco *n*. Il cilindro è incavato in modo che sievi comunicazione fra l' aria contenuta nel globo e l' aria esteriore. Per i tubi *c d* ec. in un dato tempo può uscire una quantità di liquido maggiore di quella che potrebbe riceverne il buco *n*.

Si mette acqua nel globo sino all' altezza *a b*. Or l' acqua che esce dai tubi *c d e f*, non potendo passare in uno stesso tempo pel buco *n*, elevasi tosto al di sopra della incurvatura *i*. Ciò produce che l' interiore del globo non abbia più comunicazione con l' atmosfera, e quindi che l' aria interna del globo non possa più esercitare la sua pressione sulla superficie dell' acqua *a b*. Per conseguenza l' acqua cessa di scorrere. Intanto l'acqua caduta nel bacino, scorrendo pel buco *n*, scopre la incurvatura *i*, ed allora, ritornando la comunicazione fra l' aria interna del globo e l' aria ester-

na, ricomincia lo scorrer dell' acqua. E perchè ciò rinnoverà l' impedimento descritto, lo scorrer dell' acqua si arresterà nuovamente. In tal modo vedete scorrere ed arrestarsi la fontana finchè acqua nel globo esisterà.

Trombe

41. La tromba sapete essere un cilindro vôto, nel quale gioca uno stantuffo. La base di questo stantuffo entra esattamente nell' interno della periferia della tromba, cioè in modo da poter discacciare tutta l' aria per lui incalzata.

L' uso primitivo delle trombe è stato di facilitare l' ascensione dell' acqua. Delle trombe consecrate a questo uso conosconsi tre specie essenziali: la tromba premente di elevazione, la tromba aspirante, la tromba premente ed aspirante. Corpo di tromba dicesi la parte della tromba in cui si muove lo stantuffo.

Tromba premente di elevazione

42. Nella tromba premente di elevazione la verga dello stantuffo è situata sotto di quello. (*fig*. 6).

Lo stantuffo *a* è bucato verticalmente ed all'orifizio superiore è guernito di una valvula *b*. Quando sta in riposo occupa il fondo del corpo di tromba, e nel suo interno bucato l' acqua da se stessa s' immette, portandosi a sollevare la valvula *b* per la tendenza che ha verso il livello *c d*. Verso il luogo del livello dell'acqua il corpo di tromba trovasi fornito della valvula *e*. Questa, mentre lo stantuffo si solleva pel moto comunicato alla propia asta, rimansi chiusa; e, quando l' acqua ascendente è giunta a lei con la sommità dello stantuffo, è aperta dal liquido e, ricevutolo, lo ritiene e si chiude pel propio peso, mentre lo stantuffo ritorna in giù

e nuova intromissione di acqua opera nello stesso modo. Considerate una serie non interrotta di questi movimenti elevatorii: l'acqua ascenderà senza interruzione per la seconda valvula.

Tromba aspirante

43. Nella tromba aspirante (*fig.* 7) lo stantuffo è guernito di una valvula *a* che si apre da basso in alto. Sapete la parte dove si muove lo stantuffo chiamarsi corpo di tromba. Quella *b c* inferiore al medesimo e che scende nell'acqua si dice tubo di aspirazione. Alla unione di questo e del corpo di tromba vi è un'altra valvula *d*, o pure valvula sì fatta sta in *e* al livello dell'acqua.

Or, sollevandosi lo stantuffo, l'aria del corpo di tromba si rarefà, mentre l'aria del tubo di aspirazione, perchè meno compressa, apre la valvula *d*, e si spande nel corpo di tromba. Così la rarefazione dell'aria è generale in tutta la capacità della tromba. Allora l'acqua, perchè la colonna di aria a lei sovrastante non è più in equilibrio con l'aria esterna, ascende pel tubo di aspirazione. Intanto tornando in giù lo stantuffo, comprime e quindi condensa l'aria: ciò chiude la valvula *d*, e per la elasticità di quel fluido apre la valvula *a*. Poscia nel sollevarsi lo stantuffo la valvula *a* si chiude, e *d* si riapre, ed a cagione dell'aria dilatata entra acqua nel corpo di tromba.

Ripetendosi il movimento l'acqua giugne alla valvula *a*, e passa sopra di lei. Con una serie non interrotta di questi movimenti elevatorii una colonna di acqua sopra la valvula *a* sarà elevata.

Circostanza da prevedere

44. Avviene talora che l'acqua in ascensione, prima di giugnere allo stantuffo della tromba aspi-

rante, malgrado che questo continui il suo moto, vada ad arrestarsi. Cagione. L'acqua sopra il livello a misura che s'innalza si accresce di peso, mentre l'aria fra la base dello stantuffo e l'acqua si diminuisce di densità e perciò di peso. Quindi varietà continua di rapporti fra le due forze che reagiscono insieme contra la pressione atmosferica, e probabilità che la somma di queste forze giunga ad un termine capace di opporre a tal pressione una resistenza maggiore che prima. A questo inconveniente si rimedia con certe proporzioni fra il luogo nel quale gioca lo stantuffo e la lunghezza maggiore dello stantuffo sopra il livello dell'acqua.

Tromba aspirante e premente

45. Nella tromba aspirante e premente (*fig.* 8) lo stantuffo non è bucato, e riposa, sopra una valvula sita nel fondo della tromba. Quando esso si eleva, l'acqua lo segue; quando esso scende, incalza l'acqua e l'obbliga a passare in un tubo laterale *a*, d'onde ella esce sollevando una valvula *b*, che si chiude al giugnere dello stantuffo nel fondo della tromba.

Sifone

46. Il sifone, istrumento col quale si travasano i liquori, altri effetti vi offre della compressione dell'aria. È questo un tubo ricurvo di cui un braccio è più lungo dell'altro. Quando si vuole adoperare s'immerge nel liquido il braccio più corto e si dispone in modo che la parte ricurvata volga la convessità sua verso l'alto. Per operare il richiamo del liquido si applica la bocca all'orifizio del tubo ch'è fuori del liquido, e che appartiene al braccio più lungo, e si succhia. Il succhiamento l'aria della parte vôta del tubo chiama nel petto di colui che

fa l' operazione. Ciò dilata l' aria rimasta, e per la pressione dell'aria esteriore chiama il liquido all'orifizio del succhiamento. Vediamo come avvenga il fenomeno.

Esempio

47. Sia *a* il liquido (*fig.* 9). La forza che preme quello in *b*, e lo spinge perchè si elevi in *c*, è uguale alla pressione atmosferica, meno il peso della colonna liquida *b c*; la forza che in *d* sollecita il liquido verso *c* è uguale alla pressione atmosferica, meno il peso della colonna *c d*. E perchè la colonna *c d* è maggiore di *c b* ne segue che la forza agente in *d* sia minore della forza agente in *b*, e che per questa differenza si stabilisca uno scolo in *d*.

Vento

48. Cambiamento di gravità specifica e di elasticità dell'aria producono lo squilibrio di questa: lo squilibrio la mette in moto: ecco il vento. Quindi correnti di aria i venti si definiscono (1).

Estremi del vento

49. La rapidità di vento maggiore che si conosca è tra i 40 e 50 metri per minuto secondo. In tali circostanze il vento rovescia case, sradica alberi, solleva le acque del mare, eccita le tempeste: così procede l' uragano. Alla idea del moto di un uragano contrapponente quella di un zeffiretto soave: in queste due idee avrete in certo modo i confini del vento.

Vi gioverà conoscere la tavola dello Smeaton sulle diverse velocità del vento. Ella è questa

(1) *Hoc interest inter aera et ventum quod inter lacum et flumen.* Seneca.

In ogni ora	In ogni minuto secondo	Vento
Metri	*Millimetri*	
1607	448	Appena sensibile
3214	893	Sensibile
4821	1342	
6428	1790	Dolce, gradevole
8035	2236	
16070	4474	Gradevole, penetrante
24105	6710	
32140	8940	Penetrantissimo
40175	11184	
48210	13423	Forte
56245	15659	
64280	17897	Più che forte
72315	20133	
80350	22371	Burrasca, o tempesta
96410	26846	Gran tempesta
128560	35845	Uragano
160700	44763	Uragano che abbatte gli edificii, e sradica gli alberi.

50. I venti spirano in molte direzioni. Ma ordinariamente si considerano tutti paralleli all' orizzonte.

Orizzonte sensibile

L' orizzonte sensibile è quella estensione che, guardando voi da sito eminente, si presenta all'occhio vostro limitata da un cerchio che sembra uni-

girato e fermato di rimpetto al soffio, rimanendo colla verga sopra la immagine di quel vento che soffiava (1) ,,. Da ciò la invenzione delle banderuole per indicare i venti che spirano.

A comodo dei naviganti in ognuno degli otto intervalli si sono aggiunti tre venti, la cui indicazione è coordinata al metodo che dà nome ai venti maggiori. Il cerchio così diviso per sedici semidiametri, overo esprimente trentadue venti, s' intitola rosa dei venti, ed in generale ogni direzione delle trentadue *rombo* di vento si dice (*fig.* 16).

Distribuzione de' venti

52. I venti si distinguono in venti generali, o uniformi, in venti periodici, ed in venti irregolari. I primi che d' ordinario regnano frà i due tropici hanno una azion continua, una direzione costante. I secondi, *vents alisés* e *moussons*, spirano costantemente dallo stesso punto per molti mesi, e d'ordinario sono seguiti da venti contrarii di ugual durata. I terzi spirano da diversi lati, senza osservare nè periodo, nè determinata direzione. Questi venti sogliono spirare fra i tropici, ed i polari. Talvolta ne spirano più insieme in diverse direzioni. Talvolta al piede della montagna l' aria è tranquilla, mentre vento gagliardo soffia sopra di quella; talvolta il vento è nel piano, e la calma atmosferica sulla montagna.

Causa del vento di est

53. Il vento di *est* è un vento generale che spira di continuo nella zona torrida. La cagione più ricevuta del medesimo è la dilatazione dell' aria ra-

(1) Vitruvio del Galiani

refatta dal sole. L' aumento del calorico nell'atmosfera, rarefacendo questa dove esso interviene, ne scema la densità e quindi ne opera lo squilibrio e l' aria obbliga ad ascendere. Nell' ascendere l' aria rarefatta; l' aria circostante correrà ad occuparne il luogo: e come che l' azione del calorico sopra que' punti atmosferici non è interrotta, poichè nella zona torrida il sole esercita sull'aria continuamente moltissima forza, così stabilirassi una specie di circolazione in virtù della quale un' aria più densa prenderà di continuo il luogo di un' aria rarefatta.

Uso del vento

54. Conoscete i molini a vento. Phebus di Nuova Iork ha fatto costruire una ruota che, posta in moto dal vento, può servire a gran numero di manifatture. E questa composta di otto raggi attaccati ad un asse perpendicolare, ciascuno dei quali è fornito di una vela, che si stende e si piega, ed è disposta in modo da ricevere tutte le impulsioni del vento. Tra le molte utilità che gli uomini ottengono dai venti non occorre io vi ricordi l' agevolamento alla navigazione e quindi al commercio, anima del corpo sociale.

CAPO VI.

Idea sulla evaporazione

55. È stata sentenza di dotti la evaporazione doversi considerare un' effetto di affinità fra l' aria e l' acqua. Ma la virtù dell' affinità nella evaporazione non è necessaria.

56. La elasticità del calorico prevale tanto nei

corpi per questo invasi che, a qualunque temperatura, tende sempre a dilatarli. Ciò soprattutto relativamente ai liquidi. Quindi il facile evaporamento dei medesimi.

Ipotesi dell' Hauy

57. L'azione del calorico su i corpi che questo mette in evaporamento dee considerarsi uno sforzo sulla superficie del liquido, perchè le molecole di essa si separino affatto dal resto della massa: il quale sforzo dipende dalla reazione dell'aria che comprime quella superficie. La reazione d'altronde non riesce ad impedire l'intero evaporamento: poichè, mentre avviene il contrasto, nel reciproco agitarsi dell'aria e dell'acqua, una porzione delle molecole acquee s'incontra con alcuni interstizii dell'aria, sdrucciola nei medesimi senza resistenza, e quivi, prendendo l'abitudine del fluido che la riceve, si converte in fluido elastico. Questa nuova abitudine delle molecole acquee dipende dal calorico.

Commentario

La ragione per cui, quando l'acqua è passata fra le molecole dell'aria, viene obbligata allo stato aeriforme attribuirete alla poca reazione esteriore che le molecole acquee, ed il loro calorico possono ricevere da un fluido molto all'acqua inferiore in peso specifico. Il calorico intrinseco delle molecole acquee passate nell'aria esercita allora la sua elasticità molto più liberamente di quando era nella massa acquea, che dell'aria maggiormente gli resistea.

Applicazione

58. Se la evaporazione dell'acqua è una interposizione delle molecole acquee fra le molecole dell'aria, potremo conchiudere che quanto più grande sarà la superficie dell'acqua in evaporamento, tanto sarà maggiore la evaporazione.

Il vento agevola ed accresce la evaporazione

59. I venti agevolano la evaporazione e l'accrescono. E veramente un liquido evaporerà più rapidamente al contatto di un' aria agitata, che di un aria tranquilla. Il moto di quella presenterà al fluido acqueo, che sdrucciola in lei, quantità maggiore d' interstizii, che un'aria in istato di quiete. L'agitazione prodotta dal moto che l' aria comunica all' acqua accresce ancora tal facilitamento. Per avere una pruova di ciò bagnate gl' indici delle vostre mani e, bagnati, tenendo uno in riposo, fate l'altro andare e venire rapidamente. Delle due dita il secondo diverrà asciutto innanzi che il primo.

La neve evapora

60. L' acqua in istato di solidità anche evapora. Nei luoghi coperti di neve quella in cui s' imprimono le rotaie è una pruova del fatto: ella sparisce presto.

Nella congelazione accrescimento di evaporazione

61. Al momento della congelazione la evaporazione dell' acqua si accresce. Ciò è momentaneo e dipende da un aumento di calorico prodotto dalla congelazione intorno al corpo che si congela.

62. Dove si è trattato della ruggiada (*lib. II*, §. 32), seguendo il Wells, il quale osservò la temperatura delle piante abbassarsi sotto quella dell'aria prima che la ruggiada apparisse, abbiam detto le piante, in certe circostanze della sera e della notte, trasmetter nell' aria maggiore quantità di calorico di quella che dall' aria è loro trasmessa: che per tal cambio inuguale, raffreddandosi le piante, condensino l' umido esistente nell' aria che le bagna: e così avvenire la formazione della ruggiada. Or se opponesse alcuno la condensazione essere incompatibile con la teoria perchè, secondo questa, l' aria

riceve dalle piante più calorico di quanto ne tramanda, ciò che deve alzare la sua temperatura presso le piante, risponderci il calorico raggiante non alterare la temperatura dei corpi che attraversa (*lib. II*, §. 21). E se replicasse ricordando la ipotesi del calorico raggiante non escludere la conducibilità del calorico attraverso l' aria (*lib. II*, §. 27) risponderei che, nella circostanza in quistione, la pianta perde continuamente calorico, ed in un dato tempo non ricevendone dall' aria quanto a lei ne trasmette, per necessità si raffredda, e raffredda ciò ch' è seco in contatto.

CAPO VII.

Continuazione

63. Ricordate l' uso del manometro (§. 25). Qualunque liquido situato in uno spazio vôto, senza bisogno di riscaldamento, forma subito certa quantità di vapore: e, situato in uno spazio che contenga aria, anche ne forma. Se l'aria chiusa contenesse già vapore simile a quello che si forma; e minore di quanto la temperatura potrebbe produrne, dal liquido si supplirà il vapore con cui si giugnerebbe al massimo di quantità. Nel secondo caso la evaporazione sarà meno pronta; quasi le particelle dell' aria si opponessero per inerzia alla diffusion dei vapori.

Relazioni determinate pel Dalton

Applicando questi principii all' atmosfera noi ci faremo idea de' fenomeni della evaporazione. Si consideri l' atmosfera essere come l' aria chiusa in un manometro, ed il liquido che si espone all' aria li-

bera in un vase sia considerato come una goccia di acqua che nel manometro si fa evaporare. La temperatura sia uniforme in tutta la supposta estensione. Or, se nell' aria fosse tutta la quantità di vapore che produr può questa temperatura, l' acqua non evaporerebbe. Ma, per poco che la quantità di vapore sia inferiore a tale estremo, dovrà sempre avvenire la evaporazione: ed essendo il vase un punto relativamente alla estensione dell' atmosfera, ne seguirà che l' acqua in esso contenuta si discioglierà interamente. La quantità di vapore che prima esisteva nell' aria non avrà altro effetto che quello di ritardare la evaporazione. Questo ritardo sarà tanto minore, quanto l' aria sarà maggiormente asciutta.

Fissiamo adesso tra gli strati atmosferici una qualunque siesi inuguaglianza di temperatura. Risulterà che i differenti strati potranno contemporaneamente ammettere quantità diverse di vapori acquei. E la inuguaglianza si manterrà anche più a lungo che la diversità di temperatura, per la resistenza che l'aria oppone al moto ed alla diffusion dei vapori: sebbene ciò non sia punto a reputarsi effetto della pressione; imperocchè è dimostrato la pressione di un gas, qualunque ella sia, non agire in modo veruno sul vapore che è suscettibile di contenere. (1) Risulterà eziandio, che l' evaporamento dell' acqua avverrà più o meno presto in que' diversi strati, secondo essi troveransi contenere più o meno vapori.

Dietro queste basi il Dalton ha risoluto il pro-

(1) Abbiasi presente il principio di questo §.

blema di determinare la velocità con cui in ciascuno strato di aria avvenga la evaporazione, dato che si conosca la quantità di vapore esistente già in tale strato e la quantità che ella ne possa ammettere secondo la sua temperatura. Egli cercò di misurare la velocità della evaporazione dell' acqua in una atmosfera tranquilla ed asciutta, ed osservò essere proporzionale alla forza elastica del vapore che si forma; e perchè quanto il vapore è più caldo, tanto è maggiore lo sforzo della sua elasticità o vero la sua tensione (*lib. III*, §. 67), conchiuse la evaporazione di un liquido accelerarsi in proporzione dell' elevamento di temperatura. A temperatura uguale conchiuse essere più rapida pe' liquidi che hanno maggior tensione. Sì fatta legge di proporzione vale anche in una atmosfera dove esistono già vapori della stessa natura di quelli che in questa si elevano; solo è d' uopo tener conto del grado di velocità della evaporazione e della differenza delle forze elastiche.

Perdita di calorico nella corporazione.

64. Quando bolle l' acqua essa, malgrado qualunque addizione di calorico, conserva solo il grado termometrico della ebollizione. Il calorico che si aggiugne scomparisce col vapore che per lui si produce. Quindi la creazione del vapore fa scomparire calorico (*lib. II*, *cap. IV.*). Dal §. precedente deducete che il vapore si formi a qualunque temperatura (*lib. II*, §. 39), e che una temperatura più calda o più fredda cambia solo il grado di elasticità del vapore. Questi due fatti fanno conchiudere per analogia che, a qualunque temperatura, allor che avviene formazion di vapori, avviene insieme perdita

di calorico, e per ciò abbassamento di temperatura. L'uso orientale dei vasi molto porosi per rinfrescare l'acqua, vasi detti *alcarrazas*, è una applicazione di questo principio. Si riempiono di acqua tai vasi e si mettono all'ombra in mezzo ad una corrente di aria la meno calda che sia possibile. La gran porosità del vase permette a tutto il volume di acqua contenuto in quello di evaporare ad ogni punto della sua superficie. L'effetto è favorito ancora dalla corrente di aria dove il vase è esposto, la quale allontana i vapori a misura che si formano. Per conseguenza una copiosa evaporazione di acqua, e così un abbassamento notabile di temperatura o sia rinfrescamento dell'acqua stessa. Gli Spagnuoli fanno anche uso dei vasi detti *alcarrazas*, invenzione probabilmente tra loro venuta con gli arabi. Questi vasi sono stati imitati in Francia dal Formy, che loro ha dato il nome d'*idrocerami*, o vasi di terra sudanti.

CAPO VIII.

Alcune meteore acquee

65. L'atmosfera contiene sempre vapori. Il mare a lei ne fornisce la maggior quantità: e a dir vero questo è l'aggregato di acque più esteso che si offra alla superficie della terra.

Serenità

66. Quando i vapori sono invisibili allora l'atmosfera si dice serena. Gl'intervalli fra le molecole dell'aria sono suscettivi fino ad un certo segno di

molecole acquee. Quando suscettibilità siffatta non è oltrepassata, allora avviene la serenità. Il bello di un giorno sereno è sentito da tutti, descrivibile da pochi. Mai meglio che in esso può l'uomo ammirare la gala della creazione. La serenità apre la mente, avvalora la fibra, rallegra lo spirito.

67. Quando la capacità degl' intervalli dell'aria è vinta dall' affluenza delle molecole acquee, allora il vapor si condensa e diviene visibile. Tale aggregamento è un complesso d' infinite picciole sfere vôte e bianche. Riconoscete in queste i vapori vescicolari.

68. E le nebbie e le nuvole sono ugualmente composte di vapori vescicolari. Il Saussure osservando una nuvola da vicino, col mezzo di lente d' ingrandimento, vide le particelle di questa offerirsegli in forma di picciole sfere bianche; osservando una nebbia la trovò composta di particelle, non dissimili da quelle, ondeggianti per l' aria con una leggerezza che dimostrava elleno esser vôte. E questa ispezione con lo sperimento artificiale avvalorò. Egli, mentre l' aria si trovava in quiete, espose a quella un vase pieno di un liquido caldissimo e molto oscuro, ed un fumo ne vide uscire più o meno denso che, dopo certa ascensione per l' atmosfera, si disperdeva in quella. Fumo sì fatto, osservato con la lente, globetti bianchicci componevano fra loro separati.

Nebbie

69. La esperienza del Saussure ci dà una idea distinta della produzione, e del procedimento del fumo. Il vapore che in ogni istante produce il cor-

po fumante, nell'ascendere, s' imbatte in istrati di aria di temperatura più bassa della sua, e non può tutto interporsi negl' interstizii di quella. Allora la parte eccedente di esso si condensa e si rende visibile sotto la forma di vapor vescicolare, che per la sua gravità specifica si eleva. Elevandosi però incontra altri interstizii atmosferici dove prender luogo, e così diventa invisibile.

Una diminuzione di temperatura i vapori isolati nell' atmosfera obbliga a passare in condizione vescicolare: ecco le nebbie. Attesa la loro sottigliezza esse rimangono sospese, o scendono lentamente verso la superficie della terra in minutissima pioggia. L'ascender del sole sull' orizzonte, aumentando il calore per l' atmosfera, dilegua le nebbie prodotte dalla notte. In tal circostanza il calorico sopravvenuto, ritorna allo stato di fluido elastico il vapor vescicolare componente la nebbia, e lo abilita ad interporsi fra gl' interstizii dell' aria, ciò che produce la serenità.

Talora è il vento che allontana la nebbia, o almeno che ne accelera il dileguamento. Bello è, nelle mattine di autunno, vedere dalla riviera di Portici la nebbia che Napoli teneva come sepolta, rotta da primi raggi del sole, fuggire strisciando il mare incalzata dal vento di *nord-ovest*. Nella distrazione direste quasi di vedere una corsa d'infiniti battelli.

Nuvole

70. Le nuvole differiscono dalle nebbie solo perchè il vapor vescicolare che le compone è più di quello delle nebbie condensato. Nuotanti per l' atmosfera elle spesso si uniscono in immensi volumi,

e livido rendono il cielo. In questo caso d'ordinario la temperatura dell'aria ha ricevuto un certo grado di elevazione e le particelle delle nuvole riunite in gocce d'acqua, prevalendo sulla resistenza che loro oppone l'aria più che prima dilatata, cadono in pioggia.

71. Talora si ammassano le nuvole senza ridursi in pioggia, e per l'atmosfera si disperdono. In alcuni luoghi elle prendono delle forme imitative che giungono ad incantare. Parmi ancora di sentire le immaginose descrizioni di un buon vescovo di Castro; il quale diceami che, nella sua noiosa dimora in quella piccola ed infelice città, egli aveva la più gran distrazione dalle configurazioni spettacolose che gli sembrava offrissero le nuvole che si raccoglievano per l'aria sovrastante al mare Adriatico. Or egli credeva di veder città, ora monti, ora eserciti, ora flotte, ora giganti, ora fiere. Il fenomeno potrebbe attribuirsi a parziali ed improvvisi cambiamenti di temperatura nello spazio occupato dalle nuvole.

Neve

72. Quando la temperatura dell'aria giugne al grado di congelazione le picciole gocce di acqua risultanti dalla condensazione dei vapori vescicolari si convertono in neve; e durante la loro caduta, unendosi molte di loro insieme, giungono al suolo in forma di una specie di stella a sei raggi, se l'aria è in istato di calma, o di fiocchi irregolari, se l'aria è agitata.

Condensamento del fiato

73. Il condensamento del fiato in tempo d'inverno è un fenomeno del genere delle nebbie e delle nuvole. L'aria, essendo più fredda del vapore espi-

rato, toglie a questo il calorico, e lo riduce in vapor vescicolare.

Corpi freddi in atmosfera calda

74. Un corpo freddo, portato in un' atmosfera calda, chiama a se il calorico dall' aria circostante. Per questa ragione i vapori contenuti in quell' aria si convertono in acqua. Ricordate le bottiglie piene di vino gelato. La loro superficie esterna si copre subito di umidità.

Condensamento dei vapori sui vetri delle stanze

75. Nei tempi di gelata i vetri delle stanze sono internamente bagnati. Cagione. L' aria esterna essendo più fredda della interna, il calorico di questa corre ad equilibrarsi verso quella e, nel passare a traverso i vetri, lascia attaccata a quelli una porzione dell' umido per lui abbandonata.

Nel tempo che si fondono le nevi i vetri delle stanze sono esteriormente bagnati. La temperatura esteriore in quel tempo è più alta che la interna: il calorico esterno tende perciò con l' interno ad equilibrarsi.

76. Della ruggiada e della brina avete letto colà dove vi ho fatto cenno del calorico raggiante. La formazione della gragnola troverete nel libro della elettricità.

CAPO IX.

Origine delle fontane

Antica opinione

77. Credettero un tempo i fisici le acque, che scorrenti per la superficie della terra si portano al mare, il mare alle sorgenti con sotterranea non interrotta comunicazione ritornasse. Ma dal fatto la opinione non è appoggiata.

Opinione da abbracciarsi

78. L'acqua per mezzo della evaporazione si eleva nell'atmosfera. Quella del mare, nell'abbandonare la superficie di questo, lascia il propio sale. Una parte delle ruggiade e delle pioggie prodotte da tale evaporazione cade sulle vette dei monti e delle colline, s'infiltra da colà nella terra e portasi a sgorgare in luoghi inferiori. Le alture hanno inoltre un'affinità particolare pei vapori vescicolari. Quindi bellamente l'ingegnoso de la Metherie „ le montagne, le colline, i poggi condensano i vapori, le nebbie si arrestano sulle loro cime, le nuvole ne inumidiscono la superficie . . . „. Si è osservato una nuvola nel suo passaggio presso un'alta cima di monte distruggersi a misura che le parti sue si avvicinano al contatto di quella.

79. Nei monti primitivi, i quali d'ordinario non hanno fenditure, e che, per la durezza loro non sono permeabili alle acque, queste scorrono esteriormente e formano torrenti. Nei monti secondarii i cui banchi abbondano di fenditure, e la cui materia è più tenera, le acque penetrano, si arrestano in istrati argillosi, si dividono in rami scorrenti nelle parti inferiori: e di questi, altri sgorgano alla superficie della terra, altri continuano a restar sotterranei.

80. Nè vi sembri la evaporazione non essere sufficiente a mantenere in esercizio tante sorgive quante ne vede la terra. Il Mariotte, comparando la quantità di acqua che nella durata di un anno medio piove a Parigi e nei contorni, a quella che nello stesso tempo passa sotto il Ponte Reale di tal città, co'suoi calcoli ha dedotto in generale l'acqua

che cade dall' atmosfera eccedere oltre misura la quantità che basta a mantenere i fiumi ed i laghi. L'acqua eccedente dee considerarsi impiegata alla vegetazione ed agli altri usi moltiplici cui è necessaria.

CAPO X.

Altri corpi nuotanti nell' aria

81. Sapete le nebbie, il fumo, le nuvole nuotare per l' aria. Queste sostanze sono all' aria inferiori in gravità specifica. Ridotte in istato umido non nuoteranno più, cadranno sulla superficie della terra.

Altre sostanze nuotano nell' atmosfera perchè oltremodo assottigliate. Si guardi a traverso un raggio del sole. Quante quivi di quelle si presenteranno all' occhio! È inoltre a ricordare le nebbie di polvere che si agitano in tante contrade, e soprattutto nelle pianure di Egitto.

Palloni areostatici

82. I palloni areostatici si elevano nell' atmosfera perchè contenenti sostanza di gravità specifica all' aria inferiore. Prima furono empiti di aria rarefatta, oggi di gas idrogeno si empiono, il quale tredici in quattordici volte è più leggiero dell' aria. I palloni si fanno ordinariamente di taffettà coperto di uno strato di gomma elastica sciolta nell' olio di trementina. La forma è di una grande vescica, la quale per il fluido che in lei s' introduce diviene tesa e rigonfia. Pende sotto il pallone un battello dove l' ardito areonauta prende luogo. Una valvula nella parte superiore del pallone serve per dare uscita al

gas quando il pallone si trova in istrati atmosferici sottili al segno di permettere troppa dilatazione di quello : ciò che salva il pallone dal crepare per effetto della dilatabilità grande del gas.

83. Lana e Gallien immaginarono i viaggi aerei. Mongolfier li rese possibili. Charles, sostituendo il gas idrogeno all' aria dilatata, ne accrebbe la elevazione. Il Biot ed il Gay-Lussac se ne valsero in servizio della Fisica. L' ascensione areostatica fatta dal Gay-Lussac a' 16 Settembre 1809 giunse all' altezza di 7016 metri, altezza 600 metri maggiore della montagna la più elevata del globo.

84. Sul principio della rivoluzion di Francia si tentò quivi il servizio dei palloni areostatici per le osservazioni di guerra. La invenzione riuscì utile ai francesi, specialmente nella battaglia di Fleurus. Poco dopo si proposero i telegrafi areostatici. L' esperimento fatto tra Dammartin e Meudon ebbe ottimo risultamento. Meunier immaginò di poter dare maggiore utilità all' uso del pallone, con involgerlo in altro pallone esteriore ed intromettere nell'intervallo aria atmosferica, la quale potesse venir condensata da una tromba premente sottoposta, o pure rarefatta, lasciandosi a lei libera la uscita. Questa addizione difende il pallone dall' urto dei venti, e dai pericoli di precipitare, gli agevola le ascensioni e le discese, evita le diminuzioni sensibili del gas idrogeno, motore della macchina. Ma la direzione restava sempre verticale, e Monge propose un modo come che complicato, di dare al movimento dei palloni la traslazione orizzontale. Consisteva questo nel sostituire al pallone un sistema di venticinque palloni

legati fra loro, suscettivo di essere sviluppato in linea retta, o curvato in arco. Il Guyton credeva possibile la direzion dei palloni. Molti alla sua opinione si oppongono. I tentativi per migliorare l' uso dei palloni hanno avuto varie vittime. Fra queste fu l'illustre Zambeccari.

Audax Japeti genus ! . . .

CAPO XI.

Del suono

Vibrazioni

85. Una sottil verga metallica fissata con una delle sue estremità e scossa istantaneamente si muove al modo di un pendolo, oscilla. Lo stesso di una corda fisssa ad amendue l'estremità. Questi moti diconsi vibrazioni (*fig.* 11).

Suono

86. Quando i corpi dotati della maggiore elasticità fanno delle vibrazioni è da essi comunicato all' atmosfera un agitamento nel senso di quelle, il quale giugne all' orecchio, e col mezzo del nervo uditorio promuove la sensazione detta *su ono*.

La voce dell'uomo, l'urlare di alcuni animali, il cantar degli uccelli sono tante somme di suoni.

Idea sulla intensità del suono

87. La intensità del suono dipende dalla estensione del corpo sonoro. Mettete in paragone il suono di una chitarra da fanciullo e quello di una chitarra regolare : l' intensità del secondo suono supererà quella del primo. Dipende pure dall' ampiezza delle vibrazioni. Suonate una corda armonica qualunque: al principio il suono è più forte : sono le più ampie vibrazioni che per quel suono riceve l'aria. Ma

come le vibrazioni successive sono meno estese e si vanno gradatamente diminuendo, così i suoni seguenti saranno gradatamente più deboli. Dipende dal numero dei corpi vibranti insieme. La corda armonica tesa all' aria dà un suono piuttosto debole; ma applicata alla cassa sonora dell' istrumento, le cui pareti vibrano con lei, ella darà un suono più vigoroso.

88. Il silenzio accresce la intensità del suono.

L'aria mezzo di trasmissione del suono

89. Fatto il vôto in un globo di vetro in cui siesi introdotta una campana, il suono di questa non si sente più. Ciò prova l' aria essere il mezzo che trasmette il suono. Un colpo di pistola tirato dal Saussure sopra il Monte Bianco produsse un romor debolissimo. Ciò dimostra che dove l' aria è molto dilatata il suono s' indebolisce. Quindi un' aria condensata renderà il suono più intenso: opinione giustificata dalle osservazioni.

Anche gli altri fluidi elastici

90. Gli altri fluidi elastici nel fenomeno del suono, con le dovute proporzioni di densità, possono stare in luogo dell' aria.

Anche i liquidi

91. Il suono si propaga ancora per mezzo dei corpi liquidi. Suonate una campana sotto l' acqua: voi, immerso in quel fluido, sentirete la campana, e la sentirete non meno se, stando voi sotto il fluido, si suonerà fuori di questo. Il Franklin assicura aver inteso il suono sott'acqua alla distanza di mezzo miglio. Ad ogni modo nell' acqua la trasmissione del suono è più debole che nell' aria. Ha, dir il vero!

Anche i solidi

92. Il suono si trasmette anche a traverso i solidi. Tenendo l' orecchio presso una estremità di una lunga trave, voi sentirete anche l' urto di una

testa di spilla con la quale si batte la estremità opposta.

Rapidità del suono

93. Il suono scorre 337 metri in ogni minuto secondo.

Il suono si propaga a modo di sfera

94. Immaginate una sfera composta di strati concentrici, ciascuno della grossezza di una molecola, ed ogni molecola di ciascuno in corrispondenza con una molecola dell' altro. In questo modo il suono dal suo centro, ch' è il corpo sonante ovvero vibrante, dovete concepire si propaghi per l' aria.

Suono riflesso

95. Quando il suono incontra un ostacolo, le vibrazioni comunicate alle filze di molecole di aria che nel loro agitamento lo constituiscono, facendo angolo nell' ostacolo, ritornano indietro, presentando due angoli uguali : ciò che in altro modo si dice fare l' angolo di riflessione uguale all' angolo d' incidenza. Risulta da ciò che il suono riflettuto, nel volgersi dall' ostacolo, di nuovo per lo spazio già da lui percorso si diffonde in tutte le direzioni.

Eco

96. La riflessione del suono, quando avviene in luoghi dove esso riceve frequenti riflessioni vicine non si avverte, perchè il tempo necessario a farlo avvertire è occupato da una successione di riflessioni. Ciò constituisce i luoghi sonori. Luogo sonoro dicesi quello che prolunga il suono senza interruzione. Quando però la riflessione del suono avviene in luoghi lontani, passando un intervallo sensibile fra il suono incidente ed il suono riflettuto, vi sarà tra quelli un istante di silenzio e sentirete l' eco. L' ecò è la ripetizione del suouo vibrato. È semplice o ripetuto, secondo riceve una o più lontane

riflessioni. Due muri paralleli che si respingano vicendevolmente il suono, possono produrre l'eco ripetuto per colui che si trovasse nello spazio a loro frapposto. Il Muschembroeck cita un eco che ripeteva quaranta volte lo stesso suono.

97. Si parla di eco monosillabo, e polisillabo, di una sillaba cioè e di più sillabe. Questi fra loro in quanto al fenomeno non differiscono. È un fatto di calcolo che non si possano pronunziare più di dieci sillabe in ogni minuto secondo. Quindi da una sillaba all' altra deve passare la durata di $\frac{1}{10}$ di minuto secondo. È un altro fatto di calcolo che un suono di un $\frac{1}{10}$ di secondo scorre 33 metri e 70 centimetri. Con questi dati un osservatore, se si ritroverà 16 metri; 85 centim. distante dal punto di riflessione (dovendo il suono per iscorrere il doppio di questo intervallo, cioè 33 m. 70 c., impiegare un $\frac{1}{10}$ di secondo) bisognerà senta solo la ultima sillaba della sua parola: poichè ogni sillaba riflettuta confonderassi con la sillaba proferita successivamente. Che se l'osservatore si troverà ad una distanza doppia di 16, 85, in questo caso per una applicazione della stessa teoria sentirà la ripetizione di due sillabe; e se si troverà ad una distanza tripla sentirà tre sillabe ripetute, e così di seguito.

98. Una costruzione di muro ellittico, o di volta ellittica, produce che le parole profferite sotto voce in uno dei due fuochi della ellissi sieno sentite perfettamente da uno che stasse nell' altro fuoco, senza che altro de' circostanti potesse sentirle. La ragione si spiega dalla geometria, la quale insegna che la ellissi ha la propietà di riflettere al so-

condo fuoco tutto ciò che è vibrato dal primo. Per conseguente in una sala di forma ellittica un oratore situato ad un fuoco sarebbe sentito con chiarezza nell' altro fuoco, e con poca distinzione negli altri luoghi della sala.

Scala musicale

99. La relazione che passa fra il numero delle vibrazioni che nello stesso tempo fanno diversi corpi sonori constituisce la comparazione de' suoni. Tali comparazioni formar potrebbero una scala infinita, perchè infinite potrebbonsi dire le diverse relazioni fra le vibrazioni. Ma l'orecchio nostro non giugne tutte a distinguere, ed otto sole ne riconosce. Queste otto però sono tali che, lasciata la voce a se stessa ne darà gli otto suoni, dal grave all'acuto, scala ascendente; dall' acuto al grave, scala discendente, senza sforzo veruno, cioè canterà naturalmente *do*, *re*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si*, *do* = *do*, *si* ec.

Suoni gravi, acuti

100. Nel comparare i suoni si dice altri essere gravi, altri essere acuti; il significato di queste due voci è d' intelligenza generale, non lo spiegherò. La ragione fisica delle diversità dal grave all' acuto è che in un dato tempo il primo dà minor numero di vibrazioni del secondo. La differenza d' altronde, assoluta nella scala, è relativa in quanto ai suoni fra loro: un suono acuto è grave per un'altro più acuto; un suono grave è acuto per un altro più grave.

Intervalli

101. Il primo suono della scala è simile all'ultimo, cioè all' ottavo; ma è più grave dell' altro. Quindi è che la scala, ovvero il periodo musicale della natura, è fra i limiti di due suoni simili, l'ottava, oltre i quali non si fa che ripetere gli otto

suoni. A persuadersene basta portar la mano ad un organo, o ad un pianoforte: l'istrumento è una serie di scale.

102. Se un suono fa nove vibrazioni mentre un altro ne dà otto, l'effetto sonoro di quello entra nove volte nell'effetto sonoro di questo.

La relazione fra il numero di vibrazioni che constituisce due suoni si chiama intervallo, perchè esprime la distanza fra il tempo che impiega una vibrazione dell'uno, ed il tempo che impiega una vibrazione dell'altro.

Un intervallo sta fra due termini, uno per lui acuto, uno grave: quello d'onde move, e quello dove va. Quindi il secondo termine del primo intervallo è primo termine del secondo: quindi, se i suoni della scala sono otto, sette saranno gl'intervalli.

Sonometro

103. Il sonometro (*fig.* 13) è una cassa sulla quale per mezzo di pesi pendenti si fanno stirare una o più corde metalliche per comparare il numero delle vibrazioni dei diversi suoni.

L'esperienze fatte per mezzo del sonometro sulle corde metalliche hanno dimostrato la frequenza delle vibrazioni di una corda sonora dipendere dalla grossezza di lei, dalla sua lunghezza, dalla sua tensione. Scorriamo gli esempii corrispondenti.

La corda più sottile dà maggior numero di vibrazioni

104. Sieno sul sonometro (*fig.* 13) due corde *a b* dello stesso metallo, ugualmente tese, di uguale lunghezza: solo di grossezza differenti in modo che il diametro dell'una sia il doppio del diametro dell'altra. Toccando la prima e la seconda vi daranno amendue lo stesso suono; ma dalla più grossa sen-

tirete un suono il doppio più grave del suono dell' altra corda. E perchè un suono acuto dà più vibrazioni di un suono grave, conchiuderemo delle due corde la sottile dare maggior numero di vibrazioni.

La corda meno lunga dà maggior numero di vibrazioni

105. Sieno sul sonometro (*fig.* 13) due corde di ugual diametro e nel medesimo grado di tensione: differiscano solo in lunghezza per il cavalletto *e* che, sottoposto a *b*, la renda di una metà più corta di *a*. Toccando *b* ed *a* si sentirà dalla prima un suono più acuto della seconda. Laonde conchiuderete che, delle due corde, la meno lunga darà maggior numero di vibrazioni.

La maggior tensione dà luogo a numero di vibrazioni maggiori

106. Sieno sul sonometro (*fig.* 13) due corde uguali in tutto, ma inegualmente tese, ed il peso *d*, che stira *b*, sia molto più grave del peso *c*, che stira *a*. Toccando *b* ed *a* sentirete *b* produrre un suono più acuto di *a* : per la qual cosa vedrete la maggior tensione dar luogo a vibrazioni maggiori.

Serie delle vibrazioni sonore

107. Col sonometro, dato per unità il più basso dei suoni, *do*, si ottiene la scala con la serie seguente di vibrazioni (§. 102).

Relazione fra un suono ed un altro

do,	*re*,	*mi*,	*fa*,	*sol*,	*la*,	*si*,	*do*
1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$

Gli intervalli, o relazioni, fra questi diversi numeri di vibrazioni si trovano I, da *do* a *re* come 8 a 9; II, da *re* a *mi* come 9 a 10; III, da *mi* a *fa* come 15 a 16; IV, da *fa* a *sol* come 8 a 9; V, da *sol* a *la* come 9 a 10; VI, da *la* a *si* come 8 a 9; VII, da *si* a *do* come 15 a 16.

108. La teoria delle corde armoniche si adatta agl' istrumenti da fiato. Per quelli modulati dal mover delle dita la colonna di aria con tal mezzo è più o meno allungata. Per quelli dove il gioco delle dita non ha influenza, la colonna di aria è resa più o men sottile dalle inspirazioni. Così negl' istrumenti da fiato la colonna d'aria prende il luogo che la corda metallica tiene sul sonometro.

Istrumenti da fiato

109. Gl' intervalli I (da *do* a *re*), IV (da *fa* a *sol*), VI (da *la* a *si*) sono uguali fra loro: si dicono tuoni maggiori. Gl' intervalli II, (da *re* a *mi*), V (da *sol* a *la*) uguali fra loro, ma alquanto inferiori ai primi, si dicono tuoni minori. Gl' intervalli III (da *mi* a *fa*), e VII (da *si* a *do*) sono presso a poco la metà degli altri cinque, e diconsi semituoni, o mezzi tuoni. Il luogo dei due semituoni è fra la terza e la quarta, fra la settima e la ottava nota. ,, Questa posizione è rimarchevole poichè fa della scala un periodo regolare e simmetrico. In fatti, ciò posto, la scala si divide comodamente in due parti perfettamente uguali: la prima è da *do* a *fa*; la seconda da *sol* a *do*. Ciascuna di queste parti è composta di due intervalli di tuono e di un intervallo di semituono; lo che fa quattro tuoni, e due semituoni: ai quali intervalli aggiugnendo il tuono che unisce queste due parti, si viene a completare il numero di sette intervalli, nei quali si divide la scala. Queste due parti chiamansi con voce greca *tetracordi*, cioè serie di quattro corde, e l' intera scala è chiamata *diapason*, cioè serie che scorre per tutto. Da questa divisione della scala in due tetracordi vengono in essa determinati

Tuoni, semituoni

quattro punti cardinali : due sono i punti di mossa dei tetracordi, cioè *do* e *sol*; due altri sono i punti di riposo dei medesimi tetracordi, cioè *fa* e *do* (1) ,,.

110. Lo spazio fra i due suoni simili della scala, cioè da *do* grave a *do* acuto, si può dividere in dodici semituoni uguali, o sei tuoni : poichè tenendosi solo conto di un *do*, abbiamo cinque tuoni che possono valutarsi dieci semituoni, e due semituoni che possono valutarsi un tuono. ,, Queste due serie costituiscono gli elementi della musica e possono chiamarsi l' *abbiccì* dell'armonia. La varia mescolanza degli uni e degli altri forma i varii periodi musicali, di cui la natura ci ha dato il modello nelle due scale ascendente e discendente. Questo periodo è il più semplice, il più completo, ed il più regolare di tutti. È il più semplice, poichè cammina con intervalli contigui. È il più completo poichè fra i suoi limiti si aggira tutta la musica; e quel che si può fare al di là di esso può ricondursi dentro i suoi limiti. Finalmente è il più regolare, perchè ha gl' intervalli che lo compongono simmetricamente disposti ,, (2).

Cenni sulla musica

111. I caratteri musicali ch' esprimono i suoni e la loro durata diconsi note. Il tempo musicale è la misura della durata dei suoni. Le note si scrivono sopra una carta distribuita in tante suddivisioni (sistemi di note) ciascuna di cinque righi e quattro intervalli (*fig.* 12).

---

(1) *Selvaggi* Trattato di Armonia

(2) *Selvaggi*, ivi

Le note ordinariamente in uso sono la semibreve O, la minima 𝅗𝅥, che vale la metà della semibreve, la semiminima 𝅘𝅥 che vale la metà della minima, la croma 𝅘𝅥𝅮 che vale la metà della semiminima; la semicroma 𝅘𝅥𝅯 che vale la metà della croma; la biscroma 𝅘𝅥𝅰 che vale la metà della semicroma. Da ciò risulta due minime valere una semibreve; quattro semiminime valere una semibreve; otto crome valere una semibreve; sedici semicrome valere una semibreve; trentadue biscrome valere una semibreve.

I tuoni gravi sono alla parte bassa del sistema di note, i tuoni acuti ascendono dai gravi verso la parte superiore del sistema di note.

La chiave è un segno che si mette al principio di ogni sistema di note per determinare il grado di elevazione del medesimo. Le chiavi si riducono a quattro: di basso, di tenore, di contralto, e di suprano.

Il diesis ♯ è un segno nell'intervallo che il tuono, innanzi al quale si ritrova, eleva di un semituono e rende maggiore.

Il bemolle ♭ è un segno nell'intervallo che il tuono, innanzi al quale si ritrova, abbassa di un semituono e rende minore.

Il bequadro ♮ è un segno nell'intervallo che il tuono precedentemente diminuito dal bemolle, o il semituono precedentemente elevato dal diesis rimette allo stato naturale.

Accordo, consonanza, dissonanza

112. La coesistenza di più suoni dicesi accordo. L'accordo presenta la consonanza quando l'orecchio

scopre subito i rapporti fra un suono ed un altro: p. e. *do* ,, *mi* ,, *sol* formano un accordo, l'orecchio scopre agevolmente i rapporti fra questi suoni, questi suoni sono consonanti: presenta la dissonanza quando il rapporto distinguesi con difficoltà.

L'accordo delle *ottave* è naturalissimo: non è che la espressione dello stesso suono operata per mezzo di due corpi vibranti, dei quali uno dà il doppio delle vibrazioni dell'altro.

Accordo perfetto

113. Se si percuote un corpo sonoro grave, p. e. una grossa campana, o una corda di contrabasso, l'orecchio sente, oltre al suono grave, l'ottava di esso p. e. *do* ,, ,, ,, ,, ,, ,, *do*, indi la quinta *sol*, e finalmente la terza *mi*. Questi suoni constituiscono l'accordo di *ottava* di *terza*, e di *quinta*, il quale è l'accordo perfetto. E se due voci o due istrumenti intonano e sostengono un intervallo di *terza*, p. es. *mi* ,, *sol*, o di *quinta*, p. e. *do* ,, ,, ,, *sol*, sentirassi nell'aria ronzare *do* grave, quello cioè che precisamente manca per formare l'accordo perfetto. Questi fenomeni invariabili dimostrano l'armonia di *terza*, di *quinta*, e di *ottava* essere legge fisica dei corpi sonori.

Melodia

114. La melodia è una seguela di suoni: p. e. cantate la scala ascendente e la discendente (*fig.* 12): voi farete una melodia.

Armonia

115. L'armonia è la coesistenza di più melodie.

Unisono

116. Unisoni sono due corpi sonori che nello stesso tempo producono lo stesso numero di vibrazioni. In questo caso i due suoni sono perfettamente gli stessi. L'accordo delle ottave non promuove l'unisono. Una ottava è o la metà o il doppio

dell' altra. Per quante ottave voi vogliate moltiplicare, gl' intervalli del periodo armonico non varieranno giammai.

Modo

117. Il modo è un corpo di otto scale ascendenti e discendenti, ciascuna delle quali comincia da una delle otto note della scala, nel quale si contengono tutte le combinazioni in serie contigua dei sette intervalli, cinque di tuono, due di semituono. Quindi dicesi modo la nota nella quale un pezzo di musica è composto. Il modo è maggiore o minore secondo che la nota determinante il pezzo di musica è maggiore o minore. Il modo maggiore serve d' ordinario agli accordi allegri, il modo minore serve agli accordi patetici.

Rumore

118. Uopo è intanto distinguere il rumore dal suono. Il primo è istantaneo e non si può copiare dalla voce: p. es., un colpo di pistola. Il secondo è durativo, si copia dalla voce perfettamente.

LIBRO QUINTO

DELLA ELETTRICITA'

CAPO I.

Idea del fluido elettrico

Introduzione. Elettricità suscitata con lo strofinamento

1. Se si stropiccia rapidamente con un panno di lana un bastone di ceralacca, e nel cessare di fregarlo, si accosta subito a dei corpi leggieri come raschiatura di legno, di paglia, di carta, questi si lanceranno sopra di quello, vi resteranno aderenti per alcuni minuti secondi, indi ne saranno respinti. Un pezzo di seta asciutta, stropicciandosi ad una lastra di vetro, acquisterà la virtù di aderire alla lastra per un poco di tempo: e se, mentre dura tale aderenza, separerete l' uno dell' altra, osserverete amendue dotati della propietà di attrarre corpi molto leggieri, p. e. carta bruciata: e di più que' filamenti della seta che non si trovano insieme tessuti respingersi reciprocamente.

2. La propietà di attrarre e respingere i corpi leggieri che, col mezzo del fregamento, acquistano alcuni corpi, gli antichi scoprirono principalmente nell'ambra. Talete tanto dal fenomeno fu sorpreso che credette l' ambra essere animata. E perchè gli antichi l'ambra *elettro* chiamavano, elettricismo ogni fenomeno di questo genere vien denominato. Complessivamente tutti, o varii fenomeni di questo ge-

nere anche con la voce stessa si accennano. La causa dell' elettricismo esiste in tutta la natura conosciuta ed opera molti fenomeni. Ella è la materia del fulmine.

Natura del fluido elettrico

3. La causa dell' elettricismo esiste parte nell' interno dei corpi, parte alla loro superficie, formando intorno a loro delle atmosfere particolari.

La causa dell' elettricismo, considerata formar delle atmosfere particolari intorno ad alcuni corpi, corporea e fluida reputerete. Essendo la materia del fulmine la crederete mobilissima e velocissima. Essendo imponderabile, sottilissime considererete le sue molecole, e per somma elasticità altamente disgregate. Se le dà nome di fluido elettrico. Vi è stata la opinione che la elettricità non sia corpo, ma solo una propietà inerente ai corpi.

Teoria delle due elettricità

4. Il Dufay credè osservare due differenti fluidi elettrici detti, uno elettricità vitrea, perchè si otteneva strofinando il vetro, uno elettricità resinosa, perchè si otteneva strofinando la resina. Egli notò che le sostanze animate da una specie medesima di elettricità si respingevano, ed attiravano quelle che l'altra specie di elettricità possedevano. Secondo questa teoria, poscia tanto illustrata dal Symmer, le due elettricità vitrea e resinosa stanno fra loro in combinazione e neutralizzate fra loro nel corpo che non manifesta segni elettrici. La combinazione delle due elettricità esistenti in questo corpo constituisce il fluido elettrico naturale del medesimo corpo, lo stato suo naturale. Secondo la stessa teoria la decomposizione del fluido elettrico naturale di un corpo, ovvero la separazione delle due elettricità, consti-

tuisce lo stato elettrico del corpo stesso : lo constituisce ancora l' addizione di una delle due elettricità, vitrea o resinosa, ad un corpo nello stato naturale.

Messe in moto le molecole di ciascuno de' due fluidi si respingono fra loro, ed attirano le molecole dell' altro fluido. In questo fatto si esprimono quattro differenti azioni tra i fluidi di due corpi, cioè due repulsioni e due attrazioni. Esempio : Sieno due corpi A, e B ; V il fluido vitreo di A, ed *r* il fluido suo resinoso ; R il fluido resinoso di B, *v* il suo fluido vitreo. I. V attirerà *r* ; II. R respingerà *r* ; III. R attirerà *v* ; IIII. V respingerà *v*. I moti pe' quali i corpi in istato elettrico si accostano reciprocamente, o si allontanano uno dall' altro, sono effetti di tali cagioni. Quindi è che i corpi se sono eccitati da una stessa elettricità si fuggono, e così accaderebbe il fenomeno dei fili di seta che si respingono (§. 1) ; se sono eccitati da elettricità diverse si uniscono, e così avverrebbe fra la ceralacca ed i corpi leggieri per lei attratti (§. 1.).

Teoria della elettricità unica

5. Il Franklin considerò il fluido elettrico come un essere semplice, tendente di continuo a tenersi equilibrato nei corpi. Secondo il Franklin nel passaggio di un corpo allo stato di elettricità può avvenire o che il corpo riceva dall'esteriore una quantità di fluido elettrico che si aggiugne alla quantità del fluido elettrico suo naturale, ed in questo caso il corpo dicesi elettrizzato positivamente, o che il corpo perda una porzione del suo fluido naturale, ed in questo caso esso si trova elettrizzato negativamente.

Relazioni tra i due sistemi

6. Nel senso del Dufay tutti gli effetti che il Franklin attribuisce alla elettricità positiva, ovvero ad eccesso del suo fluido elettrico unico, sarebbero prodotti dall' azione di uno de' due fluidi che dallo stato di combinazione è ridotto a quello di libertà; e tutti gli effetti secondo il Franklin dipendenti dalla elettricità negativa, ovvero dalla sottrazione del fluido elettrico unico, sarebbero dovuti all' altro dei due fluidi. La elettricità positiva del Franklin corrisponderebbe alla elettricità vitrea del Dufay, la elettricità negativa del Franklin corrisponderebbe alla elettricità resinosa del Dufay.

Si antepone la teoria dei due fluidi

7. Scoperte importanti sembrano meglio armonizzarsi con la ipotesi de' due fluidi componenti il fluido elettrico, che con quella la quale il fluido elettrico considera un essere semplice. Noi adotteremo la ipotesi dei due fluidi, cioè delle due elettricità, come più comoda per la spiegazione dei fatti, e come la più generalmente ricevuta (1).

---

(1) » Nello stato attuale delle nostre cognizioni, scriveva il Davy, è forse impossibile il poter decidere la importante quistione speculativa, se i fenomeni elettrici dipendano da un fluido che trovar si dovrebbe in eccesso nei corpi elettrizzati positivamente, ed in difetto in quelli elettrizzati negativamente, o pure da due fluidi capaci con la loro combinazione di produrre luce, o pure se cotesti fenomeni possano consistere in un particolare esercizio delle generali forze attrattive della materia. Dobbiamo continuare ad applicare la elettricità come mezzo di decomposizione chimica e studiare i suoi effetti, indipendentemente da ogni idea ipotetica concernente la origine dei fenomeni . . . Alcuni moderni ammettevano la esistenza di un fluido elettrico con tanta sicurezza quanto quella dell' acqua, ed hanno voluto persino dimostrare che cotesto fluido è composto di altri elemen-

Conoscete la significazione di fluido elettrico naturale (§. 4.). Per fluido elettrico elettrizzante intenderete qualunque delle due elettricità che mantenga il corpo in istato elettrico.

La denominazione fluido elettrico senza altro epiteto, secondo le circostanze, ora esprimerà per noi la causa elettrica, ora il fluido elettrico naturale, ora alcuno dei fluidi elettrizzanti. Talora per la più comoda esposizione della materia ci serviamo dell' espressioni elettricità positiva, positivo o elettrizzato positivamente, ec. per esprimere elettricità vitrea, o elettrizzato vitreamente; come dell'espressioni elettricità negativa, negativo o elettrizzato negativamente, per esprimere elettricità resinosa, o elettrizzato resinosamente, ec.

La legge che promuove le attrazioni e repulsioni elettriche uniforme alla legge della gravità

8. Varii filosofi, e l' Epino specialmente, nel considerare le attrazioni e le ripulsioni elettriche, supposero queste essere in ragione inversa del quadrato delle distanze. Il Coulomb con l' aiuto della bilancia elettrica per lui inventata verificò la opi-

---

ti; ma in sana filosofia è impossibile adottare opinioni sì generali e premature. Franklin, Cavendish, Epino, e Volta, cotesti illustri difensori di un fluido elettrico unico, hanno prodotto questa idea come una ipotesi atta ad ispiegare plausibilmente la maggior parte dei fenomeni. Però nessuno dei fatti che si sono allegati in sostegno della esistenza di uno o di due fluidi, si può riguardare come concludente ». D' altronde potrà non esservi sicurezza per decidere se la causa della elettricità sia composta di due fluidi, o pure sia un fluido unico; imperocchè i fenomeni elettrici si spiegano e con l' una e con l' altra teoria; ma sembra doversi convenire della di lei essenza corporea.

nione. Così la legge che promove le attrazioni e le ripulsioni elettriche è uniforme a quella della gravità pel sommo Newton scoperta. Applicata quindi la teoria ai due fluidi conchiuderemo che, nelle circostanze attrattive, se la distanza è di due l'attrazione è di quattro, e che, nelle circostanze ripulsive, se la distanza è di due la ripulsione è di quattro.

Altra prova della corporeità della causa elettrica: continuazione del §. 3.

9. Le due elettricità nella loro distribuzione sopra i corpi, e nello scaricarsi l'una verso l'altra a traverso gli ostacoli che le separano, procedono in modo conforme alle leggi ordinarie della meccanica dei liquidi, cioè seguono la legge dell' equilibrio: novello appoggio per credere la causa dell'elettricismo essere corpo.

Tensione elettrica

10. Tensione elettrica dircte la forza ripulsiva con cui le molecole di ciascuno dei due fluidi vitreo o resinoso, divenute libere, tendono ad allontanarsi le une dalle altre.

CAPO II.

Isolanti, e conduttori. Elettrizzamento

Corpi non conduttori; corpi conduttori

11. Tutta la materia conosciuta, per quanto ha rapporto con i fenomen ielettrici, si divide in due classi: I, corpi detti elettrici, o non conduttori di elettricità; questi trattengono il fluido elettrico, senza permettergli di passare ai corpi circostanti: II, corpi conduttori di elettricità; questi trasmettono agevolmente la elettricità agli altri corpi della loro classe co' quali si trovano in contatto. L'aria,

i gas secchi, cioè liberi dei vapori acquosi, il vetro, la resina, il solfo, gli olii, il diamante, il fosforo, le pietre fine, quasi tutti gli ossidi metallici, la seta, i peli, le piume, la lana . . . sono corpi detti elettrici, o non conduttori. I metalli, il carbone, i liquidi ad eccezione degli olii, le sostanze animali e vegetabili non prive di umido, i sali, la fiamma, il ghiaccio sono conduttori. Secondo il Cavendish, il filo di ferro conduce quattrocento milioni di volte meglio dell' acqua distillata. Esso è il sesto nell' ordine dei conduttori.

Corpo isolato. Corpi isolanti.

12. Isolato dicesi un corpo quando non comunica con alcun conduttore, ed a sostenerlo o a sospenderlo s' impiegano sostanze dette elettriche o non conduttrici, come le basi di vetro, i fili di seta.

Ogni sostanza non conduttrice può isolare: cioè impedire che un corpo qualunque communichi con i conduttori. Quindi ogni corpo non conduttore diremo anche corpo isolante, denominazione, come vedrete, meno impropia della esclusiva denominazione di corpo elettrico.

Forza coercitiva

13. Per forza coercitiva s' intende la resistenza che un corpo isolante oppone nel suo interno al moto della elettricità.

Conducibilità elettrica

14. La parola conducibilità esprime la facoltà che i corpi conduttori hanno di farsi penetrare dalla elettricità, e di trasmetterla rapidamente.

Tra i corpi isolanti ed i conduttori non vi ha confine preciso

15. Il carattere di corpo isolante ed il carattere di conduttore non sono a tenersi per esclusivi in un corpo, così che il corpo isolante nulla abbia di conducibilità, e nulla di coercibilità abbia un con-

duttore. Il vetro stesso, la stessa resina, isolanti di prim' ordine, sono conduttori alquanto; i metalli, conduttori di prim' ordine, in alcune circostanze corpi elettrici si manifestano. La causa dell' elettricismo esiste in tutta la materia conosciuta, e l'epiteto d' isolante o di conduttore, anzi che la negazione assoluta di uno dei due fenomeni, esprime solo il fenomeno che in un corpo prevale. Quindi diremo isolante il vetro perchè la propietà di corpo isolante in lui prevale, conduttore diremo l' oro perchè prevale in lui la conducibilità: avvertendo che, interposta a quelli che maggiormente si avvicinano al confine della rispettiva classe (d' isolanti o di conduttori), esiste una numerosa gradazione di corpi, i quali coordinatamente alla loro situazione partecipano più o meno della propietà isolante insieme e della propietà conduttrice.

16. La esposta promiscuità di caratteri è suggetta ad una suddivisione.

In alcuni corpi, sieno isolanti, sieno conduttori, la piccola proporzione di propietà contraria non si accresce, non si diminuisce sensibilmente, ed è come inerente alla loro natura: così p. e. nel marmo bianco, ch' è un isolatore imperfetto. In alcuni la proporzione di propietà contraria varia moltissimo secondo le circostanze. Ed in vero l' aria, che quando è secca possede in alto grado la virtù isolatrice, e che quando è impregnata di vapori acquei diviene un conduttore mediocre, presenta maggiore o minor grado di conducibilità a misura ch' è più o meno carica di questi vapori. Dunque in un corpo, sia isolante, sia conduttore, distinguerete due specie

di propietà contrarie, una che, per non saperla meglio esprimere, diremo ordinaria, una accidentale: la seconda è sicuramente variabile. Che se amendue le specie fossero una progressione di una stessa abitudine della natura, allora la nostra distinzione servirebbe perchè non fossero confusi fenomeni sensibili e fenomeni, se non insensibili, almeno di difficile percezione.

Serbatoio comune del fluido elettrico

17. La terra è considerata come il serbatoio comune del fluido elettrico, come una sorgente inesauribile del medesimo.

In generale del corpo elettrizzato, e della occasione elettrizzante

18. Quando in un corpo, o alla superficie di un corpo, esiste fluido elettrico libero, cioè non in istato di combinazione, il corpo ha acquistato le propietà elettriche, cioè è divenuto efficace a produr fenomeni elettrici, e dicesi elettrizzato. Lo stato elettrico dicesi pure stato di eccitamento.

L'elettrizzamento è l'effetto dell'azion reciproca dei corpi capace di produr fenomeni elettrici. Quando è estinto può rinnovarsi ripetendo la causa.

Un corpo per dar luogo a fenomeni elettrici esser deve elettrizzato.

Lo stropicciamento ovvero l'azion reciproca della ceralacca e del pezzo di lana offrono un esempio di elettrizzamento. L'attrazione e la repulsione che manifesta la ceralacca sono esempii di fenomeni elettrici (§. 1.).

Come si mantiene l'elettrizzamento

19. Il corpo elettrizzato o è isolante, o è conduttore. Quando è isolante, la elettricità libera da cui dipendono i di lui fenomeni elettrici è trattenuta nel medesimo per la forza coercitiva. Quando è conduttore, la elettricità libera sta intorno a lui arresta-

ta dall' aria, corpo isolante che lo circonda. Senza questo isolamento, la sostanza conduttrice non potrebbe divenire elettrica. Ad agevolare il concepimento di fatti essenziali talora gioverà omettere la esposizione di fatti poco sensibili dipendenti dalla promiscuità dei caratteri elettrico e conduttore. In tali circostanze noi supponiamo distinte perfettamente le due classi, come se vi fossero corpi puramente elettrici, e corpi puramente conduttori.

20. Ogni corpo è dotato di una quantità di fluido elettrico inerente alla sua natura (il fluido elettrico naturale di quel corpo). Questa rimane imprigionata nell'interno del corpo quando i due fluidi, ovvero le due elettricità che lo compongono, stanno combinati equilibrati e neutralizzati insieme: allora il fluido elettrico è immobile ed inattivo, ed il corpo effetti elettrici non manifesta.

Elettrizzamento

21. Quando le due elettricità si sprigionano, ovvero quando il fluido per loro composto si decompone, perdono essi la tendenza che avevano a mantenersi combinati nel corpo, ed ubbidiscono alla tensione, cioè alla mutua loro forza ripulsiva, ed ecco il corpo elettrizzato. Allora le due elettricità, nel separarsi con un moto contrario, si distribuiscono in due parti opposte. Se il corpo è isolante, questo moto si esercita con difficoltà per la resistenza che oppongono le sue molecole; ovvero, per la forza coercitiva, le due elettricità rimangono nell'interno del corpo, sebbene costantemente portandosi verso le sue estremità. Se il corpo è conduttore, il moto si esercita agevolmente per la conducibilità, e le due elettricità escono interamente dal corpo,

e formano intorno a quello due opposte atmosfere, o fra più superficie si distribuiscono. In questo modo il corpo si elettrizza per decomposizione del fluido suo naturale.

22. Se un corpo riceve una addizione di fluido vitreo o resinoso, questo fluido senza penetrar nell' interno, se il corpo è isolante, o senza restarvi, se il corpo è conduttore, spandesi per la superficie del medesimo, e non rimane in tale stato che per la pressione dell' aria circostante, la quale nel medesimo tempo lo comprime sul corpo, e non gli dà in se l' accesso facile e rapido che riceverebbe in un conduttore. In questo modo un corpo si elettrizza per addizione di materia elettrica.

La differenza che passa tra le due specie di elettrizzamento è chiara. In una agisce il fluido propio, in uno agisce il fluido comunicato.

Come i corpi elettrizzati perdono la elettricità

23. Dietro l' elettrizzamento che avviene? La materia elettrica, sia eccitata per decomposizione di fluido naturale, sia aggiunta, perdesi o rapidamente o lentamente dal corpo elettrizzato.

Si perde rapidamente quando al corpo elettrizzato si accostano i conduttori. L' ufficio di conduttore è di trasmettere facilmente le elettricità.

Si perde lentamente quando il corpo resta isolato. Non essendovi corpi perfettamente isolanti (§§. 15, 16), quelli compresi in questa classe debbono assorbire elettricità dal corpo elettrizzato, ed isolato da loro. Solo l' assorbimento si fa con lentezza: lentezza di due specie. I. Quando il corpo elettrizzato ed isolato è conduttore. In tal caso, sebbene la materia elettrica in moto non abbia osta-

colo alla uscita, attesa la conducibilità del corpo elettrizzato, pure quando va per essere assorbita dalle particelle conduttrici esistenti nel corpo isolante, lo riceve meccanicamente dalla forza coercitiva della maggior quantità delle molecole di questo, la quale, come si oppone alla uscita, così resiste alla entrata di elettricità esteriore (§. 13) nei corpi non conduttori. II. Quando il corpo elettrizzato ed isolato non è conduttore. In tal caso la forza coercitiva si esercita insieme e nella maggior parte della materia del corpo isolato, e nella maggior parte della materia del corpo isolante.

Negli assorbimenti di elettricità, quì espressi, le particelle che diciam conduttrici non essendo puramente conduttrici, avviene un secondo ordine di elettrizzamenti, operato sul fluido elettrico naturale delle medesime dalle molecole elettriche che per conducibilità s' introducono.

Stato elettrico dei conduttori

24. Se vi fossero corpi puramente conduttori, come per agevolare alcuni concepimenti supponiamo talora, questi corpi potrebbero solo essere elettrizzati per comunicazione. Ma come sempre nei corpi conduttori vi è presenza di propietà isolante, così rigorosamente dovrebbesi dire che in loro, mentre prevale l' elettrizzamento per comunicazione, si generi un certo elettrizzamento per decomposizione del propio fluido naturale.

In alcune circostanze i conduttori come corpi elettrici si manifestano. L' ho accennato, ed a suo luogo ne avrete notizia sufficiente.

Macchina elettrica

25. Il modo più anticamente conosciuto per suscitare la elettricità è il fregamento de' corpi isolanti.

Dicesi particolarmente macchina elettrica (*fig.*1) un istrumento col quale la elettricità si suscita dallo stropicciamento ch' esercitano alcuni cuscini sulle due superficie di un disco di vetro *a* fisso ad un asse cui un manubrio *b*, che si fa girare, imprime un movimento di rotazione. I cuscini *c c c c* sono di pelle asciutta ben arrendevole, riempita di crine. La elettricità, a misura che si sprigiona, è attirata da alcune punte di ferro *d d* situate orizzontalmente a picciola distanza da una delle facce del disco, e da colà si diffonde sulla superficie di un cilindro di rame *e*, cui si è dato specialmente il nome di conduttore. Questo cilindro è sostenuto da due colonne di vetro *v v*. Il fluido raccolto nel cilindro non potendo facilmente scappare, perchè circondato dall' aria e sostenuto dal vetro, sostanze isolatrici, si accumula tanto nel cilindro che, accostandosi a questo un conduttore qualunque, l' elettricità tra l' uno, e l' altro corpo manifesterassi con una scintilla. Se vi servirete della vostra mano come conduttore per tentare il fenomeno, l' apparir della scintilla verrà accompagnato da commozioni in quella parte del vostro corpo e nelle altre a lei prossime, commozioni conosciute comunemente col nome di scossa elettrica.

Se, oltre il conduttore descritto, altri se ne mettono con lui in comunicazione, a quello si dà la denominazione di conduttore primario, agli altri quella di conduttori secondarii. Quando bisognano lunghi conduttori secondarii si usano delle catene o dei fili metallici. Ad oggetto si susciti maggiore elettricità, la superficie de' cuscini che tocca il vetro

si strofina e si copre di un' amalgama, ossia lega fatta, col solo mezzo della triturazione, da una parte di zinco e da cinque di mercurio.

Isolatori

26. Gl' isolatori, così detti, sono alcuni sgabelli di legno co' piedi di vetro, o di altra sostanza isolatrice. Vedetene uno presso la macchina elettrica (*fig.* 1). Servono per isolare un uomo, od un corpo qualunque, cioè onde toglierlo dalla comunicaziane col serbatoio comune della materia elettrica (§. 17), allorchè con la elettricità suscitata artificialmente si vògliono operare fenomeni sopra di lui.

Luce elettrica

27. La luce elettrica talora è bianca, talora rosseggiante, talora violetta, verde talora. I fenomeni per lei offerti possono essere variati in molte maniere. Servono questi, parte allo studio, parte al divertimento. Fissando sopra una lastra di vetro de' picoioli quadrelli di lamina di stagno disposti successivamente in modo da presentare un disegno qualunque, per esempio un portico, una stella, e mettendosi una estremità del disegno in comunicazione con un conduttore della macchina elettrica, ed un' altra in comunicazione col suolo, ovvero col gran serbatoio del fluido elettrico, la scintilla passerà da quadrello a quadrello, e così tutto il disegno sarà illuminato.

Presentandosi successivamente a conduttori elettrici, ed a corpi in comunicazione col suolo, la estremità di un tubo di vetro vôto sigillato ermeticamente, la superficie interna del quale perda e ricuperi una porzione delle due elettricità naturali

nel venire esposta all' influenza degli uni e degli altri corpi, si avranno delle fiamme ondeggianti.

Sensazione elettrica

28. L' azione elettrica è accompata da una specie di venticello producente una sensazione simile a quella del contatto di una tela di ragno.

Odore elettrico

29. Quando la elettricità sta per uscire da un corpo, ed al suo passaggio si frappone l' aria, diffonde un odore somigliante a quello del fosforo, e dell' aglio.

Varietà nei fenomeni elettrici

30. L' azione elettrica fra i corpi dà luogo a numerosa diversità di risultati dipendenti dalla natura conduttrice dei corpi, della specie del rispettivo elettrizzamento, vitreo o resinoso, e da altre circostanze secondarie.

CAPO III.

Del pendolo elettrico

Pendolo elettrico. Attrazioni e ripulsioni elettriche

31. Il midollo di sambuco è ottimo conduttore elettrico. È molto leggiero. I fili di seta sottili ed asciutti sono ottimi isolatori pe' corpi leggieri. Sospendete ad un fil di seta sottile ed asciutta una piccola palla di midollo di sambuco. Attaccate questo pendolo ad un' asta ricurva appoggiata ad una base (*fig.* 2). Con tanto semplice istrumento avrete uno degli apparecchi più utili a studiare la teoria dell' elettricismo.

Se si farà toccare la palla ad un cilindro di vetro o di resina elettrizzato con lo strofinamento, e, senza toccar quella con la mano, si ritirerà il

cilindro, la palla avrà acquistate le propietà elettriche. Approssimerete a lei delle pagliuzze, delle polveri, altri corpi leggieri? Questi saranno attratti. Approssimerete a lei la mano? Ella alla mano si avvicinerà. Dureranno un tempo notabile tali propietà se l' aria sarà asciutta; ma dovrete badare a non toccar con la mano la palla. In contrario ella ritornerà allo stato naturale, cesserà cioè di essere elettrizzata. Vediamone la ragione.

Sospendete alla stessa macchina, col mezzo di un altro filo di seta, una seconda palla di midollo di sambuco il cui volume sia molto della prima palla più grande. Con questa seconda palla toccate la prima già elettrizzata. Dopo il contatto troverete la prima palla quasi aver perduto interamente la elettricità manifestata per l' innanzi. La cagione per cui perdesi dalla prima palla la elettricità ricevuta è la seguente. Una data quantità elettrica, adattata a promuovere i fenomeni elettrici sopra una data superficie, perde la sua intensità nel distribuirsi sopra superficie più grandi. Dietro la cognizione di questo fatto comprenderete che la prima palla, quando si porta il dito sopra di lei, perde le qualità elettriche, poichè ella la propia elettricità divide col corpo umano, ch' è conduttore con cui ella si trova in comunicazione.

32. Guardiamo intanto il fenomeno nel suo principio. All'approssimamento del cilindro elettrizzato la palla (*fig.* 2) aderisce alla superficie del medesimo. Ma dopo breve contatto, il quale basta perchè alla palla si comunichi una parte della elettricità del cilindro, ella è da questo respinta, e,

finchè conserva le sue propietà, lo fugge. L'approssimamento dovrà procedere presentandosi il cilindro alla palla da lontano a grado a grado perchè all'osservatore non isfugga il primo istante in cui l'elettricità del cilindro cambia lo stato della palla. E quì nòtisi avvenir talora che, accostandosi violentemente il cilindro alla palla, questa sarà attratta da quello. Tale fatto però ha causa dalle proporzioni tra le quantità elettriche esistenti nei due corpi prima ch' entrassero in relazione di elettricismo fra loro, e con precisione quando uno dei due corpi è molto picciolo relativamente all'altro, ed è debolmente elettrizzato. In questa circostanza sempre le elettricità simili si respingono e l'attrazione che si osserva fra i due corpi, e che sopprime l'apparenza della repulsione, dipende solo da una eccedenza di elettricità diversa che contemporaneamente si sviluppa. Quindi la esperienza non contraddice la teoria. Il fenomeno sarà costante purchè l'avvicinamento proceda nel modo testè suggerito, la palla sempre col fuggire il cilindro comincierà a dar segno del suo elettrizzamento.

33. Che se si opponesse non avvenire il fenomeno rigorosamente siccome lo abbiamo esposto, perchè la palla, sebbene fugga il cilindro della cui elettricità ha ricevuta parte, pure il cilindro non fugge la palla, si potrebbe rispondere dipender la differenza dall' essere il cilindro troppo pesante relativamente alla palla. La palla esce sola di luogo, ma non ha la forza di fare uscir di luogo il cilindro. D'altronde prendete due piccole palle di midollo di sambuco uguali, attaccatele alla estremità

di un filo di lino, ch'è conduttore, e questo in due porzioni uguali sospendete ad un fil di seta (*fig.* 3). Le due palle comunicando insieme per mezzo del filo di lino resteranno isolate, essendo sospese alla seta. Or toccate una delle palle con il cilindro elettrizzato : l'elettricità di questa passerà pel filo di lino nell'altra, entrambe si respingeranno reciprocamente, e le due metà del filo partecipando del fenomeno si allontaneranno l'una dall'altra.

34. La ripulsione della palla elettrizzata della *fig.* 2 avverrà sempre, qualunque sia la natura del cilindro che s'impiega per comunicare a questa palla lo stato elettrico, purchè dopo il primo approssimamento se le avvicini costantemente il medesimo cilindro. Ma se, dopo di avere alla palla comunicata la elettricità di un cilindro di vetro stropicciato con la lana, accostasi a quella un cilindro di resina o di solfo stropicciato anche con la lana, ella non fuggirà tal cilindro, come ha fatto col cilindro di vetro, ma se gli avvicinerà. Avverrà lo stesso, se, prima elettrizzata la palla col cilindro resinoso, poi a lei il cilindro di vetro si avvicinerà.

35. Così resta confermato che i corpi caricati di elettricità della stessa natura si respingono vicendevolmente, e caricati di elettricità di natura diversa si attraggono (§. 4.) : e comprenderete senza equivoco le ragioni dei fenomeni elettrici della ceralacca stropicciata coi corpi leggieri, e del pezzo di seta col vetro (§. 1.). Intanto per la esattezza delle cognizioni giova sapere che, nel servirci dell'espressioni attrazione elettrica e ripulsione elettrica, a fine d'indicare i movimenti dei corpi elettrizzati,

non diamo una idea assolutamente reale delle cagioni di movimenti sì fatti; ma bensì adottiamo un mezzo comodo per esporre le circostanze dei medesimi. Moti ugnali affatto a quelli che vediamo nei corpi elettrizzati possono talora esser prodotti senza attrazione o repulsione delle particelle ponderabili degli uni e degli altri (1).

Metodo per conoscere la specie di elettricità

36. Per sapere se una data sostanza col mezzo di un dato stropicciamento acquisti la vitrea elettricità, o la resinosa, vi volgerete al pendolo elettrico. Toccate il pendolo con un cilindro di vetro stropicciato da una stoffa di lana: conoscerete il pendolo essere caricato di elettricità vitrea. Strofinate con la medesima stoffa il corpo del quale volete occuparvi, e questo approssimate al pendolo. Se avrete per effetto che la palla respingerà il corpo in quistione, la elettricità del corpo sarà vitrea. Se vedrete la palla attirarsi dal corpo, la elettricità sarà resinosa, potrete ripetere lo sperimento nel senso inverso. Avvertasi che i segni di elettricità dati da alcune sostanze sono alle volte molto deboli. In tal

---

(1) Un ampolla piena di acqua sia verticalmente sospesa ad un punto fisso. Ella, non toccata, resterà immobile per equilibrio. Sia col mezzo di uno specchio concavo, diretto sopra di lei un raggio di luce ardente, e dove cade tal raggio sia fatto all' ampolla un piccolo buco. Il fluido scorrerà dal buco; e perciò mancando dal lato del buco la resistenza che faceva l' acqua alla pressione del lato opposto, cesserà l' equilibrio dell' ampolla, che vedrete allontanare dallo specchio come se ne fosse respinta. Questa è una imitazione di ripulsione elettrica, senza che l' ampolla possa dirsi respinta dallo specchio, e senza intervento ripulsivo di elettricità.

caso bisognerà accrescere la sensibilità dell'apparecchio adoperando una palla più piccola, ed un filo di seta più fino.

CAPO IV.

Bilancia elettrica

Vario elettrizzarsi de' corpi

37. La bilancia elettrica del Coulomb è un istrumento inventato per istabilir l' equilibrio tra una forza elettrica, ed un' altra forza di cui le più picciole quantità possono essere misurate con molta precisione. Questa seconda forza si denomina forza di torsione. Ella è lo sforzo che fa un filo torto per detorcersi, e così tornare al suo primo stato. Immaginate un filo metallico a cui sia sospesa dal mezzo una picciola verga. Immaginate prima questa in riposo. Quindi immaginatela girare intorno al punto che la tiene sospesa, descrivendo con le sue estremità degli archi di cerchio. Il filo si torcerà contemporaneamente per un numero di gradi uguale a quello ch' è compreso in ciascuno degli archi, e volendolo voi mantenere in tale stato di torsione, bisognerà applicare una resistenza che contrappesi lo sforzo che farebbe per ritornare al punto nel quale non soffriva la torsione. Ora il Coulomb ha dimostrato che questo sforzo, il quale è la forza di torsione, sia proporzionale all'angolo di torsione. Per esempio figuriamo che la quantità di torsione sia 30 gradi, ed r esprima la resistenza capace di equilibrar questa torsione : se si suppone una torsione doppia, cioè 60, perchè avvenga l' equilibrio, la resistenza sarà $2r$.

38. La bilancia elettrica del Coulomb è composta di un cilindro di vetro vôto e coperto da una lastra anche di vetro (*fig.* 4.). Nel centro di questa lastra superiore è inserito un tubo verticale di vetro sormontato da un picciolo tubo di rame *a*, in cui gira con istropicciamento un' altra porzione di tubo dello stesso metallo. Sopra di questo è collocata una piastra bucata nel suo centro dove riceve un picciolo gambo a cui è attaccato un ago *b*, che gira col gambo. Il margine della piastra è diviso in 360 gradi. Alla estremità opposta del gambo vi è un sottil filo d' argento a cui si sospende un cilindretto di rame *c*, propio a tener teso il filo. Nel cilindretto è inserita a croce una leva sottile, delle cui braccia uno *d* è fatto di un filo di seta vestito di gomma lacca e termina con un picciolo disco di carta dorata, l' altro è un filo di rame *e* lungo quanto basti perchè la leva rimanga in situazione orizzontale. La lastra superiore al cilindro di vetro è bucata in *f*, ed a traverso di questo buco passa un secondo filo di seta vestito anche di gomma lacca, e mantenuto verticale da un bastone di cera lacca *h f*. Alla estremità inferiore di questo filo pende una palla *g* di rame che corrisponde al zero di un circolo diviso in gradi, attaccato intorno al cilindro di vetro.

Col mezzo del tubo *a*, sempre che si vorrà, potrassi far girare il filo contenuto nel tubo di vetro, e disporre le cose in modo che il disco dorato si metta in contatto con la palla, senza che il filo a cui questa è sospesa soffra torsione alcuna.

Le ripulsioni elettriche sono in ragione in-

39. Il Coulomb con tal bilancia eseguì l' esperienza seguente. Prima elettrizzò il disco dorato, e

la palla di rame *g*, toccandoli con un picciolo conduttore caricato di elettricismo vitreo ch' egli introdusse nel cilindro di vetro per un' apertura fatta a disegno. Subito la palla respinse il disco alla distanza di 36 gradi. Per una conseguenza necessaria il filo d' argento si torse 36 gradi. Il Coulomb continuò la torsione di una quantità uguale a 126 gradi, facendo girare l' ago *b*. Comprenderete agevolmente che in questo caso il moto di rotazione dell'ago doveva essere in senso contrario di quello del disco dorato.

versa del quadrato delle distanze

La forza di torsione avendo allora sofferto un aumento considerevole, e l' azion ripulsiva dei due corpi non essendo più sufficiente ad equilibrarla alla medesima distanza, il disco dorato si avvicinò alla palla fino al punto in cui la forza di ripulsione trovossi talmente accresciuta dalla diminuzione della distanza, che fu ristabilito l' equilibrio. In questo momento fra i due corpi non passava altra distanza che di 18 gradi. Qui, sotto la scorta del Coulomb, è a notare che la torsione impressa di 126 gradi essendo un continuamento della torsione di 36 gradi prodotta dalla ripulsione dei due corpi, se da questa ultima si sottraggono 18 gradi, che misurano la quantità di cui il filo si è detorto mentre il disco dorato accostavasi alla palla di rame, resteranno 18, i quali uniti a' 126 di torsione impressa daranno 144 torsione relativa alla seconda posizione dei due corpi. Ma la torsione che aveva luogo nella posizione precedente era di 36. Dunque le due forze ripulsive ch' equilibravano queste torsioni erano nel rapporto di 4 ad 1, il quale è lo stesso che quello di 144 a

36. Or le distanze corrispondenti erano come 18 a 36, ovvero come 1 a 2: dal che si vede che le forze ripulsive seguivano il rapporto inverso del quadrato delle distanze.

Questa sperienza, fatta anche in altre maniere, ha dati sempre risultamenti conformi alla stessa legge.

Le attrazioni elettriche sono come le ripulsioni

40. Sperienze analoghe alle già descritte dimostrano che le attrazioni elettriche seguono la ragione inversa del quadrato delle distanze, come le ripulsioni. Ma questo non ha bisogno di dimostrazioni. Dalla legge delle ripulsioni si può dedurre quella delle attrazioni, considerando l'equilibrio del fluido elettrico naturale di due corpi. Come le quantità di elettricismo vitreo, che fanno parte della quantità di fluido naturale, sono sempre proporzionali alle quantità di elettricismo resinoso, così, da che le ripulsioni scambievoli dei fluidi della stessa specie si fanno in ragione inversa del quadrato della distanza, egli è necessario le attrazioni seguano la medesima legge, senza di che non vi sarebbe equilibrio.

41. L'apparecchio qui esposto del Coulomb, e che noi abbiamo accennato (§. 8) è una imitazione di quello di cui si valse il Cavendish a render sensibile anche l'attrazione che i piccioli corpi esercitano fra loro in proporzione delle rispettive masse, e per misurare tutte le piccole forze (*lib. I.* §. 59).

CAPO V.

Dello strofinamento, e della pressione

Vario elettrizzarsi dei corpi

42. Non sempre riesce di penetrare le circostanze che determinano un corpo isolante ad acquistare in preferenza una data elettricità. Il vetro polito, strofinato, quasi sempre acquista la elettricità vitrea. Lo stesso vetro la cui superficie sia appannata, strofinato con le medesime sostanze che avevano in lui suscitata la elettricità vitrea, offre la elettricità resinosa. Osservando che le sostanze le cui superficie sono piene d' ineguaglianze hanno una tendenza maggiore a manifestare la elettricità resinosa, la elettricità resinosa del vetro appannato ripeteremo dalle ineguaglianze, come che insensibili, recate sulla superficie del vetro dall' appannamento. A dir vero di due fettucce, una bianca ed una nera, strofinate insieme, la prima si elettrizzerà vetrosamente, resinosamente si elettrizzerà la seconda: ed Ingen-Houz la elettricità resinosa della fettuccia nera attribuisce alla materia colorante, composta di molecole che danno una certa asprezza alla superficie della fettuccia. D' altronde potrem dire che il vetro polito, comunque strofinato, dia costantemente la elettricità vitrea? Nò. Il vetro polito strofinato con una stoffa di lana acquista l' elettricismo vitreo, strofinato con una pelle di gatto acquista l' elettricismo resinoso.

43. Alcuni corpi col mezzo del fregamento acquistano sempre la elettricità resinosa, altri col mezzo dello stesso acquistano sempre la elettricità vitrea: ed in alcuni le due specie di elettricità esistono so-

pra due facce opposte senza che, sia con l'occhio sia col tatto, possasi in quelle scoprire indizio, anche debole, di questa differenza di stati.

Un pezzo di metallo situato nelle medesime circostanze acquista talora una elettricità diversa da quella che aveva manifestata da principio, cioè acquista prima l'una, poi l'altra elettricità.

Le sostanze indicate nella tavola che qui appresso vi si offre acquistano l'elettricismo vitreo quando sono stropicciate con quelle che loro seguono immediatamente nella serie, ed il resinoso quando sono stropicciate con quelle loro immediatamente precedenti.

La pelle di gatto	La carta
Il vetro polito	La seta
La stoffa di lana	La ceralacca
Le piume	Il vetro appannato
Il legno	

I fenomeni che offre questa serie sembra assicurino non esservi rapporto apparente fra la natura delle sostanze, e la specie di elettricità che da loro sviluppasi; poichè sono strofinate le une con le altre.

Il corpo strofinante ed il corpo strofinato acquistano differenti elettricità

44. Una dottrina elettrica intorno alla quale non vi sono dubbii, non eccezioni, è che il corpo strofinante ed il corpo strofinato acquistano sempre elettricità differenti. Per osservare questo fatto è d'uopo isolare i due corpi che si vogliono stropicciare fra loro. A tale oggetto, se i corpi sono solidi, se gli adattano dei manichi di vetro o di resina, e con questo mezzo si sostengono dalla mano. Quando è

possibile, giova dare forma di lastra alle sostanze che vogliansi strofinare: così il fregamento avviene sopra una maggior superficie di quella che ordinariamente il corpo potrebbe presentare. Si possono ugualmente isolare ed esperimentare un corpo solido ed una stoffa, o due pezzi di stoffa, o due pelli di animali ec. Dopo alcuni momenti di stropicciatura si separano i corpi e, tenendoli sempre pel manico isolante, si accostano, uno dopo l'altro, ad un pendolo elettrico ben sensibile, caricato di una elettricità conosciuta antecedentemente. Allora si osserverà che dal pendolo uno dei corpi verrà attirato, l'altro respinto: ecco che nei due corpi stropicciati le elettricità saranno diverse.

45. Il taffettà detto d'Inghilterra è una seta coperta di vernice glutinosa, per la quale esso acquista aderenza notabile con i corpi che si mettono e si premono sopra di lui: aderenza che a vincere, staccando il corpo, bisogna certo sforzo. Il taffettà detto d'Inghilterra con lo stropicciamento ordinario acquista la elettricità resinosa. Or se sulla sua superficie si applica un disco di metallo nel cui mezzo sia incastrato un cilindro di vetro, che si tiene in mano e col quale il disco si rende isolato, esso, il taffettà, dopo la sua separazione dal disco si ritroverà nello stato resinoso. In questo fatto la resistenza della crosta resinosa, allo sforzo, che agisce per separare il disco, promove una specie di stropicciamento, con la differenza importante che l'elettricismo acquistato dal taffettà è di una specie diversa da quella che in esso suscita il fregamento ordinario, anche in caso che fosse stropicciato col disco metallico.

Elettricità prodotta dallo strofinamento dei liquidi e dei solidi

46. Lo stropicciamento dei liquidi e dei solidi sviluppa elettricità. Adattate alla macchina pneumatica un cilindro di vetro la cui estremità superiore sia chiusa ermeticamente da una capsula di legno. In questa capsula si versi del mercurio. Si operi il vôtò nel recipiente della macchina. Il mercurio compresso dall'aria esteriore attraversa i pori del legno e cade in fina pioggia che batte le pareti del cilindro di vetro. Accostato allora il pendolo elettrico al cilindro, si troverà questo essere elettrizzato.

Wilson ha osservato che, dirigendosi con un soffietto una corrente di aria sulla superficie di un quadrello di vetro, questo prende la elettricità vitrea. Ciò vi dimostra l'elettricismo sviluppato dallo strofinamento tra una sostanza gassosa ed un solido.

Elettricità sviluppata dalla pressione

47. Alcuni corpi acquistano le propietà elettriche col mezzo della pressione. Lo spato d'Islanda ne offre un esempio luminoso. Prendasi con una mano per due tagli opposti un romboide di spato d'Islanda, e si tocchino due delle suè facce parallele con due dita dell' altra mano. Il romboide sarà elettrizzato. A misura che la pressione sarà maggiore gli effetti saranno più salienti. Varie sostanze Haüy ha osservato divenir elettriche per pressione. I corpi elettrizzabili per pressione sono quelli che per la division meccanica possonsi ridurre in lamine piane ed unite, ed anche quelli che in tale stato possono essere ridotti dall' arte : fra' primi Haüy nomina il topazio senza colore, l' euclasia, l' aragonite, la calce fluata; fra' secondi nomina il quarzo ialino ovvero cristallo di rocca. Il fenomeno tanto diviene più notabile, quanto più puro e trasparente è il corpo.

48. La pressione suscita l'elettricismo in un modo diverso dal fregamento. Il fregamento dipende da un moto pel quale i punti tutti della superficie del corpo stropicciato sono successivamente posti in contatto con quelli della superficie stropicciante. Le due superficie non iscivolano l'una sull'altra senza la frapposizione molesta delle picciole ineguaglianze loro, che alterano anche il livello delle superficie più levigate. Quindi nelle molecole del corpo strofinato risulta una specie di piccolo scuotimento d'onde nasce lo sviluppo del fluido elettrico fra le due superficie. La pressione fa piegare sotto lo sforzo delle dita la superficie che comprime, e determina un leggiero cambiamento di luogo delle molecole che cedono a tale sforzo : e mentre, cessando la medesima, si ritirano le dita, i moti impercettibili cagionati dalla tendenza delle molecole a ripigliare la prima lor situazione eccitano il fluido elettrico di cui si carica la superficie del corpo.

Differenza, nel suscitare l'elettrizzamento, tra lo strofinamento e la pressione

49. L'elettroscopio vitreo (*fig.* 5) costa di un ago di argento, o di rame, che da un lato termina in una palla *b* dello stesso metallo, e dall'altro con un picciolo parallelepipido o rettangolo solido *a* di spato d'Islanda trasparente attaccato all'ago con la cera, od in altro modo. L'ago nel suo mezzo è munito di un cappelletto *c* di cristallo di rocca, che lo tiene equilibrato sulla punta di un pivolo di acciaio *d*, il cui sostegno è un bastone di ceralacca *e f* uguagliato nella parte inferiore in modo da potersi mantenere verticalmente sopra un piano. Il braccio *d b* è fornito di un piccolo corsoio *g* che si fa avanzare o retrocedere per ristabilir l'equi-

Elettroscopio vitreo

libro secondo occorre. Quando vuolsi adoperare questo istrumento si prende l' ago portando una mano verso la estremità *b*, e con le due dita dell' altra mano si preme il pezzo di spato *a*. Poscia l' ago si rimette sul piuolo. Il pezzo di spato in questa circostanza dev' essere talmente rivolto che due delle sue facce laterali opposte sieno verticalmente situate. La esperienza presenterà nell' ago la elettricità vitrea.

Elettroscopio resinoso

50. La costruzione dell' elettroscopio resinoso differisce poco da quella dell' elettroscopio vitreo. L' ago (*fig*. 6) termina in due globetti *a b*, il cappelletto *c* è dello stesso metallo. Per mettere questo instrumento in istato di elettricità resinosa, a qual fine è destinato, si stropiccia a riprese sopra un pezzo di panno un bastone di ceralacca, o un pezzo di ambra. Poscia si approssima questo fino al contatto di uno dei globetti dell' ago, ch' è subito fortemente respinto.

CAPO VI.

Tra il fluido elettrico e gli altri corpi non passa affinità

Il fluido elettrico non ha affinità con veruna corpo

51. Il corpo, sia allo stato naturale, sia elettrizzato per decomposizione del suo fluido naturale, non esercita veruna attrazione sul fluido elettrico che può essere in lui contenuto. Nel primo caso il fluido resta imprigionato ed inattivo fra le molecole del corpo. Le particelle del corpo relativamente al fluido sono allora come tanti vani nei quali questo meccanicamente si distribuisce. Nel secondo caso la distri-

buzione, sebbene con le corrispondenti modificazioni, anche meccanica è a considerarsi. E se dallo stato elettrico, cessando di agire la causa che decomposto avea il fluido naturale, rientrano le elettricità nello stato di reciproca combinazione, esse tornano all'antico neutralizzamento, all'antica qualità, ed all'antica distribuzione. Che se il corpo è elettrizzato per addizione di fluido esteriore, la elettricità non penetra nell'interno, e rimane alla superficie del corpo solo per l'aria circostante la quale la comprime, negando a lei l'accesso facile e rapido che riceverebbe in un conduttore.

52. Il fluido elettrico libero che tiene in istato di elettricità un corpo conduttore è tutto diffuso intorno alla superficie di questo (§§. 21, 22): lo sapete. Ma vi è d'uopo conoscere la cagione onde ciò avvenga.

Dalle dottrine del Newton risulta che se tutte le molecole di una sfera attirano e respingono in ragione inversa del quadrato delle distanze, la somma delle azioni per loro esercitate sopra una particella di materia situata fuori del loro complesso sarà la medesima ch'eserciterebbero tutte le molecole riunite nel centro della sfera (*lib. I*, §. 57).

Si supponga la sfera composta di tanti strati concentrici della spessezza di una molecola. Ora, atteso l'esposto principio neutoniano, giudicheremo che ognuno di questi strati attiri o respinga come se tutta la materia fosse riunita nel centro. La proposizione sarà non meno vera relativamente ad un semplice strato sferico che lasciasse un vôto fra lui ed il centro.

Altra dottrina neutoniana è la seguente. Supposta la particella attratta, o respinta, non fuori della sfera, ma trovarsi in qualche punto della costei cavità, ella sarà ugualmente attratta o respinta da tutt' i lati, cioè resterà immobile nella sua situazione.

Come il fluido elettrico si diffonde intorno alla superficie

53. Diasi ora un corpo conduttore di figura sferica pieno di fluido libero, vitreo o resinoso, e suppongasi, se è possibile, sievi equilibrio. Dagli esposti principii risulterà che tutto il fluido sarà cacciato fuori della sfera.

Sia *a b* la sfera. Immaginiamo il fluido diviso in tanti strati, involti uno nell' altro dal centro sino alla superficie della sfera. Consideriamo l'azion della sfera sopra una molecola *c* situata alla superficie esteriore di uno degli strati, per esempio *d e*. La ripulsione di tutto il fluido contenuto in questo strato ed in tutti gli altri che sono più vicini al centro sarà la stessa che quella di una sfera sopra una molecola situata alla superficie di lei. Quindi, in conseguenza del primo degli accennati principii neutoniani, questa molecola, e tutte quelle che sono alla stessa distanza dal centro, tenderanno ad allontanarsi e ad uscir dalla sfera. Non potrebbe esservi ostacolo a questa tendenza che dalla parte degli strati compresi fra la molecola *c* e la superficie esteriore *a b*. Ma qui dal secondo degli accennati principii neutoniani abbiamo che le azioni laterali si distruggono fra di loro relativamente ad una molecola situata nell' interno di una sfera. Quindi l'azione che dall' interno della sfera si eserciterà

fino alla molecola situata alla superficie d e sarà nell' integrità sua.

A misura che il fluido uscirà dalla sfera, nel mezzo di questa si andrà formando un vôto anch' esso di figura sferica. Ogni molecola situata in uno degli strati intermedii fra il vôto e l' ultimo strato sarà, relativamente agli strati inferiori, nel caso di una molecola situata nell' interno di una sfera vôta, d' onde si vede che l' azione dei primi strati continuerà ad obbligarla di fuggire il centro, mentre l' azione degli altri strati sarà nulla ad impedirla. Così tutto il fluido che da principio occupava la sfera uscirà da questa. E si spanderebbe indefinitamente se il contatto dell' aria circondante non lo arrestasse. L' aria, isolatrice per natura, anzi che unirsi a lui, lo terrà applicato e condensato sulla sfera e ridotto in uno strato sottilissimo.

54. L' esperienza conferma il fatto. Prendete una sfera di metallo vôta, alla quale siesi fatta un' apertura circolare di quattro o cinque millimetri di larghezza e, situata sopra un' isolatore, mettetela in comunicazione con un conduttore ch' elettrizzerete. Ritirate indi la sfera dalla comunicazione, e, lasciandola sull' isolatore, applicate sopra un punto della sua superficie interna un picciolo disco fatto di foglia metallica fissato alla estremità di un lungo ago di gomma lacca. Presentante poscia il disco al pendolo elettrico non elettrizzato: il pendolo rimarrà immobile. Applicate il medesimo cerchio sopra un punto della superficie esterna della sfera: questo cerchio presentato nuovamente al pendolo vi produrrà un movimento sensibilissimo.

Si avverta che il disco di foglia metallica, nell' introdursi e nell' estrarsi, non tocchi gli orli dell' apertura della sfera: e ciò a fine non si carichi di qualche porzione di elettricità accumulata presso di quelli.

55. Quello che qui leggete dei conduttori sferici si applica pure a' conduttori di ogni altra forma, non meno che a più conduttori in contatto fra loro.

CAPO VII.

Di alcuni stati dei corpi

Equilibrio di elettricità tra due corpi nello stato naturale

56. Tra' due corpi nello stato naturale le due elettricità si neutralizzano reciprocamente. Ciò avviene perchè le quattro forze elettriche, due attrattive e due repulsive, di tali corpi, in virtù della legge di equilibrio, sono uguali fra loro.

Azione di un corpo elettrico sopra un corpo in istato naturale

57. Immaginate *a* conduttore di figura sferica, elettrizzato da una quantità di fluido vitreo a lui comunicata da circostanza esteriore qualunque, e *b* altro conduttore sferico nello stato naturale, cioè non elettrizzato. Considerate questi corpi isolati, indi in rapporto elettrico fra loro. Il fluido vitreo che circonda *a* eserciterà una forza repulsiva sul fluido della stessa specie esistente in *b* come parte del fluido naturale di questo corpo, ed eserciterà una forza attrattiva sul fluido resinoso ch' è l' altro principio componente il fluido naturale del corpo medesimo. Dunque il fluido naturale del corpo *b* sarà decomposto e le molecole del suo fluido resinoso correranno verso la parte di *b* più vicina ad *a*,

mentre quello del suo fluido vitreo, saranno spinte verso la parte opposta. Queste molecole usciranno dal corpo *b* e si spargeranno intorno alla sua superficie in modo che il fluido resinoso involgerà la parte del corpo volta verso *a*, ed il vitreo involgerà la parte dell'emisfero più lontana da *a*.

CAPO VIII.

Del poter delle punte

58. Dietro l'anzidetto si può stabilire che quando un corpo isolato, che prima era nello stato naturale, si trova in presenza di un secondo corpo caricato di elettricità vitrea o resinosa, esso diviene elettrico, e nella parte sua più vicina al secondo corpo è sempre eccitato dalla elettricità diversa da quella di questo corpo. Lo stesso avviene in un corpo conduttore non isolato. Il corpo elettrizzato, nella cui sfera di attività si ritrova quello, attira nella parte anterior del medesimo la specie di elettricità diversa dalla propia, e respinge nella parte posteriore la elettricità della stessa natura che la propia.

Qui è d'uopo sapere che il secondo corpo, cioè quello la cui elettricità naturale è decomposta, agisce anch' esso sul primo, tendendo ad attrarne la elettricità, e che tale azione in certe circostanze agisce a distanze notabilissime. Così avviene allorchè si presenta una punta aguzza di metallo ad un conduttore caricato di elettricismo. Sorprende il vedere un corpo, la cui azione elettrica sembrerebbe do-

vèr essere proporzionale alla picciolezza di lui, attirare potentemente l' elettricismo accumulato sopra una grande superficie. Al celebre Franklin debbonsi le prime scoperte sul poter delle punte.

59. Immaginate (*fig. 7*) un ago *a b* con la punta *a* diretta verso il conduttore C carico di elettricismo vitreo, e di cui la estremità *b* comunica con i corpi circostanti. L' azione del conduttore attrarrà verso la punta *a* il fluido resinoso *r* che si è sviluppato dal decomporsi il fluido naturale dell'ago, e spingerà verso la estremità *b* il fluido vitreo *v*. Supponete un secondo ago *g d* situato in picciola distanza dal primo ago in direzione parallela a questo, e supponete che per un momento i due aghi non abbiano azion reciproca. Il fluido V del conduttore attirerà nello stesso modo verso la punta *g* una certa quantità di fluido *r'* uguale ad *r*, e proveniente dalla decomposizione del fluido naturale dell' ago, mentre respingerà verso la parte opposta *d* un' altra quantità di fluido *v'* uguale ad *v*. Mettansi poscia i due aghi in rapporto elettrico fra loro. I fluidi *r* ed *v'* nell' attrarsi scambievolmente, tenderanno a muoversi uno da *a* verso *b*, l' altro da *d* verso *g*. Del pari l' attrazion reciproca dei fluidi *r'* ed *v* agirà per ricondurre l' uno da *g* verso *d*, l' altro da *b* verso *a*. Questi effetti possono equilibrare quello, già notato nel conduttore, di attrarre cioè verso la estremità di ogni ago il fluido della elettricità diversa dalla sua.

60. L' azion reciproca delle punte dei due aghi sarà più potente a misura che questi saranno più vicini.

61. In luogo di due aghi supponiamone molti riuniti in fascio e formanti un corpo. Questi agiranno gli uni sugli altri per distruggere l'azione elettrica del conduttore relativamente a ciascuno di essi, e ciò col vantaggio che la prossimità darà loro sulla situazione men vicina del conduttore: fenomeno risultante dalla teoria della ragione inversa del quadrato delle distanze alla quale le forze elettriche sono suggette. Ne seguirà che il fluido della elettricità resinosa, il quale a se prima chiamavasi dal conduttore C carico di elettricità vitrea, sarà molto meno condensato verso la estremità del complesso di aghi di quanto lo era verso la estremità di un ago isolato.

62. D'altronde ogni ago reagisce sul conduttore attraendone la elettricità, e perchè la forza di reazione sì fatta produca il suo effetto basta l'equilibrio sia rotto in un solo punto tra la tendenza della elettricità ad uscire dal conduttore e la resistenza dell'aria. Questa reazione sarà più efficace dalla parte di un ago solo alla estremità del quale la elettricità resinosa è molto condensata, e di cui tutta l'attività dirigesi verso uno stesso punto del conduttore, che dalla parte di un fascio di aghi dei quali le forze si debilitano reciprocamente ed i quali non sono abbastanza vicini. Così un ago isolato diverrà capace di provocare una corrente copiosa di fluido elettrico, che abbandonerà il conduttore per precipitarsi sopra di lui, e da lui verrà trasmesso ai corpi circostanti. Il fenomeno dovrà continuare per tutto il tempo che il conduttore si andrà caricando di nuovo fluido.

63. Un corpo ritondato, relativamente all' azione elettrica, può paragonarsi ad un fascio di aghi il quale esercita una debole azione per privare il conduttore del suo elettricismo, mentre il corpo aguzzo attira potentemente questa elettricità con una azione simile a quella dell' ago isolato.

64. Un conduttore di figura ottusa, sul quale si è fissato un corpo aguzzo offre in certo modo l'effetto inverso del testè descritto. In questo caso il fluido elettrico, a misura chè dal corpo elettrizzato giugne al conduttore, è scagliato rapidamente dalla punta del corpo aguzzo.

65. Un corpo aguzzo, comunque elettrizzato, produce alla estremità sua una emanazion luminosa. Questa varía secondo la natura della elettricità che agisce sul corpo. Sia il conduttore elettrizzato nel senso vitreo: il corpo acuto ad esso attaccato emanerà il fluido vitreo in forma di pennacchio luminoso. Sia il conduttore elettrizzato nel senso resinoso: alla punta del corpo aguzzo vedrete un punto luminoso.

Queste emanazioni luminose saranno sicuramente manifeste nella oscurità.

66. Il pennacchio luminoso che si fa uscire da un corpo aguzzo attaccato al conduttore di una macchina elettrica manda odore elettrico notabilmente.

Uomo scintillante e promovente la combustione

67. Un uomo isolato sopra uno sgabello isolatore, e messo in contatto col conduttore della macchina elettrica, diviene capace di scintillare da tutte le sue membra, e così promovere la combustione. Si presenti a lui un cucchiaio pieno di etere. L'approssimazione del suo dito l' etere accenderà,

CAPO IX.

Pistola del Volta

68. La pistola del Volta (*fig.* 8) è un vase di rame in forma di sferoide allungata *a* , il cui orificio è chiuso da un turaccio di sughero *b*. Un buco laterale *c* serve ad introdurre nel vase una picciola verga metallica *d e* isolata in un tubo di vetro. Le due estremità della verga *d e* sono in forma di palla : quella che entra nel vase giugne verso la metà del medesimo. Di rimpetto a questa vi è un' altra verghetta metallica *e'* saldata alla parete interna del vase. Con la pistola del Volta si opera la combustione del gas idrogeno nel modo seguente. S' introduce nel vase dalla parte del turaccio *b* un poco di gas idrogeno. Si presenta la estremità *d* ad un conduttore di macchina elettrica il disco della quale sia in moto. Il fluido elettrico non potendosi comunicare al vase, poichè la verga sta isolata nel tubo di vetro, si scarica nel gas idrogeno contenuto nel vase, lo accende, e nell' accenderlo spinge con violenta esplosione il turaccio *b*. Il fenomeno riscalda il vase considerevolmente.

CAPO X.

Bottiglia di Leyda

69. La bottiglia di Leyda è di vetro (*fig.* 9) la sua parte esteriore sino ad una certa altezza è coperta di una foglia di stagno battuto, detta arma-

tura esterna. L' interno di lei, sino all' altezza dello stagno esteriore, è pieno o di piombo o di rame attenuato, in pezzetti cioè od in piccole foglie, armatura interna. La bottiglia ha un turaccio di sughero attraversato da una verga metallica, la cui parte inferiore comunica con i corpi che stanno nell' interno della bottiglia, e di cui la parte superiore è ricurva, e finisce in una palla metallica.

L' esperienza detta di Leyda è questa. Si prende con una mano la bottiglia dalla parte inferiore, e, col mezzo della palla, si mette in contatto col conduttore di una macchina elettrica, il disco della quale sia in moto. Quindi ritirasi la bottiglia e si tocca la palla con un dito dell' altra mano, o con un corpo metallico che in questa mano si tiene. Al momento si sentiranno delle commozioni più o meno violente in amendue le braccia, e sopra tutto nelle articolazioni. Talora le scosse si estendono in altre parti del corpo.

70. Immaginate un conduttore allo stato naturale, e non isolato, accostarsi gradatamente al conduttore di una macchina elettrica il disco della quale sia in moto. In questa circostanza il fluido naturale del primo corpo è decomposto, ed il fluido vitreo che risulta dalla decomposizione è respinto nei corpi circostanti, mentre il fluido resinoso è attratto verso la estremità che guarda il conduttor della macchina. La quantità di questo fluido si aumenta a misura che scema la distanza fra i corpi; ma l' accrescimento suo dura solo fino a che l' attrazione reciproca tra questo fluido ed il fluido vitreo fornito dalla macchina divenga capace di superare la resisten-

za dell' aria e di determinare questi fluidi ad uscire rapidamente per riunirsi. Supponiamo ora fra i due corpi situata una lastra di vetro la quale, essendo insieme solida ed impermeabile al fluido elettrico, opponga un' ostacolo invincibile alla riunione dei due fluidi vitreo e resinoso, che prima aprivansi tosto un passaggio a traverso le molecole mobili dell' aria. Mettansi il conduttore della macchina elettrica ed il corpo non isolato l' uno e l' altro in contatto con le facce della lastra di vetro. Questa vicinanza produrrà uno sviluppo più abbondante dei due fluidi, che d' altronde non si potranno riunire. E se di più si suppone che ciascuna delle facce della lastra di vetro sia guernita di una foglia metallica terminante a certa distanza dall' estremità per impedire la comunicazione di una superficie all' altra, ogni fluido si diffonderà sulla foglia metallica situata dalla sua parte. Ecco la causa che nella esperienza della bottiglia di Leyda produce commozione.

71. La bottiglia di Leyda non è altro che un intermedio isolante fra i due fluidi, uno vitreo fornito dal conduttore, uno resinoso fornito dai corpi circostanti, lo sviluppo dei quali è molto più considerevole di quello che potrebbe avvenir senza intermedio.

72. Nei corsi di esperienze fisiche, col mezzo della macchina elettrica, si dà la scossa a molte persone tenentesi per mano. Ma l'estensione di questa catena cede oltremodo a quella che può scorrere la materia elettrica che passa da una superficie all' altra della bottiglia di Leyda. Il Watson insieme al Cavendish e ad altri estese lo sperimento a più

miglià di distanza, e la rapidità fu tale che il fenomeno sembrò istantaneo.

73. La bottiglia di Leyda è elettrizzata vetrosamente quando le particelle metalliche contenute nel suo interno e la verga sono allo stato vitreo. Si carica in senso resinoso nel modo seguente. Mentre si tiene in moto il disco della macchinà elettrica, presa la bottiglia per la sua verga, si mantiene la sua veste esterna in contatto col conduttore. Quindi si ritira e si situa sopra un isolatore. In questa circostanza trovandosi elettrizzata nel senso inverso di quello in cui era quando per mezzo della verga communicava col conduttore, sussisterà la stessa inversione relativamente ai moti dei due fluidi la riunione dei quali determina la scarica di lei.

Eccitatore

74. L' eccitatore (*fig.* 10) è una verga di rame in forma di arco terminata da due palle. Con questo si può scaricare la bottiglia di Leyda senza provare la scossa. A far ciò si prende l' eccitatore dal suo mezzo ed una delle palle si appoggia sopra qualche punto dell' armatura esterna della bottiglia. Poscia si approssima l' altra a quella in cui finisce la verga della bottiglia. Così si ottiene la scintilla senza scossa.

Batteria elettrica

75. Quando vuolsi accumulare molta elettricità si possono mettere varie bottiglie di Leyda in comunicazione per mezzo di uno stesso conduttore, collocate sopra un isolatore, e corredate di catena metallica, da aggiugnersi o togliersi a piacere, la quale serve a metter l' apparecchio in comunicazione col serbatoio comune. L' apparecchio ebbe denominazione di batteria elettrica.

Talora si sospendono più bottiglie, una attaccata alla verga ricurva dell'altra per mezzo di uncini metallici annessi alla parte inferiore, delle quali la prima pende dal conduttore della macchina elettrica e l'ultima, per mezzo di una catena, comunica col suolo. Con questa batteria si ottiene la così detta *charge par cascade*.

Una batteria elettrica è a considerarsi come un corpo non interrotto.

CAPO XI.

Di altri apparecchi elettrici

76. La pila elettrica, apparecchio suggerito dalla teorica della batteria elettrica, si compone di lastre di vetro di facce parallele, come la bottiglia, in parte vestite (armate) di foglie metalliche in comunicazione fra loro per mezzo di lame conduttrici. Con una delle sue estremità si constituisce in rapporto con il conduttore della macchina elettrica in azione. Dall' altra estremità si fa pendere una catena che impiegasi per mettere l' apparecchio in rapporto col serbatoio comune. Caricata la pila ed isolata, ai due estremi di lei si presentano le due elettricità diverse. Queste estremità possonsi denominare poli della pila elettrica.

Pile elettriche

77. L' aria, esercitando l' uffizio di sostanza isolatrice, comprime il fluido elettrico che circonda i corpi elettrizzati. Quando la reazione elettrica vince la resistenza dell'aria, la elettricità, nel farsi strada a traverso di quella, presenta gli effetti elettrici. L'esplo-

Scoppii elettrici

sione è uno di tali fenomeni. Questa talora è debole e come un leggiero scoppiettio, talora è fragorosa.

Effetti delle batterie elettriche

78. Con le scariche delle batterie elettriche si ottengono fenomeni notabilissimi. Oltre gli scoppii e la combustione che promuovono, possono uccidere grossi animali, rompere corpi solidi, fondere e volatilizzare metalli. Col mezzo dell' esplosioni elettriche l' acqua si scioglie ne' suoi componenti. Col mezzo dell' esplosioni elettriche l' acqua si ricompone. Il secondo fenomeno è l' effetto dell' accensione che si opera nella pistola del Volta: il primo si ottiene facendo attraversare l'acqua da violenti scariche elettriche. Il Wollaston ha data molta precisione a questo sperimento.

Elettroforo

79. L' elettroforo è un apparecchio che ha la propietà di conservare a lungo la virtù elettrica. Esso è composto di un disco di materia resinosa sul quale situasi un disco di metallo con la sua parte di mezzo attaccata ad un cilindro isolante di vetro. Da principio si separa il disco metallico dalla resina, e si elettrizza questa battendola con una pelle di animale a pelo, p. e. di lepre. Poscia si applica il disco metallico sulla resina, e per momenti si tiene un dito sopra di quello. Ciò fatto prima si ritira il dito, indi col mezzo del cilindro isolante si toglie il disco metallico dal contatto della resina. Allora, se si presenterà il dito o un eccitatore al disco metallico, fra i due corpi si offrirà una scintilla. Rimettendo il disco metallico sulla resina, senza elettrizzar questa nuovamente, sebbene pel resto ripetendosi lo stesso processo, si avranno altre scintille.

Accompagniamo alquanto il fenomeno. Tosto che il disco metallico è situato sulla resina elettrizzata, il costei fluido resinoso attira il fluido vitreo del disco metallico, il quale fluido vitreo non potendo passar nella resina, la cui natura è isolante, rimane sulla superficie inferiore del disco metallico. Il fluido resinoso di questo trovasi contemporaneamente respinto verso la superficie superiore. Ora il disco metallico non ha qui che la sua quantità naturale di fluido elettrico, la quale solamente è decomposta, ed il suo fluido resinoso agisce più fortemente sul dito in contatto, che il fluido vitreo, perchè il fluido vitreo è ad una maggior distanza. Quest' azione è inoltre aiutata da quella del fluido dello stesso nome appartenente alla resina. Così il fluido vitreo, che fa parte del fluido naturale chiuso nel dito, sarà attirato dal disco metallico, ed unirassi al fluido resinoso sparso sulla superficie superiore. Sicchè se, dopo ritirato il dito, si toglie il disco metallico, questo si ritroverà allo stato di elettricità vitrea.

Condensatore

80. Il condensatore è un istrumento fatto per rendere sensibili le picciolissime quantità di elettricismo fornito da' corpi circostanti, facendole determinare ad accumolarsi sulla superficie ch' esso presenta alla loro azione. Esso differisce poco dall'elettroforo. Al disco di resina sostituite un corpo imperfettamente isolatore, e che tenga un luogo intermedio fra i corpi conduttori e gl' isolanti: p. e. il marmo bianco. Avrete un condensatore.

Immaginiamo il disco metallico, trovandosi situato sopra un disco di marmo bianco, riceva per

comunicazione un debole grado di elettricismo che supporremo resinoso. Il fluido di questo elettricismo decomporrà alquanto il fluido naturale del marmo, respingendo verso il basso il fluido resinoso, ed attirando verso la parte superiore il fluido vitreo. Il marmo dal suo lato agirà sul metallo in virtù della sua elettricità vitrea, la cui forza si esercita più da vicino per mantenervi la picciola porzione di elettricità resinosa a lui comunicata. Immaginiamo una seconda quantità di fluido essere poscia comunicata al disco metallico. Essa decomporrà una nuova porzione del fluido naturale contenuto nel marmo, il quale dal suo lato acquisterà un nuovo grado di forza attrattiva e così di seguito. Quindi è che in questo apparecchio il marmo, perchè mezzo conduttore, lascia certa libertà al fluido ch' ei contiene; ma che, essendo pure isolante, il fluido resinoso del disco metallico che attira a lui, si arresta al luogo del contatto: il quale d' altronde si opera con superficie piane. Le superficie piane si prestano meno all' effetto dell' attrazione, che le curve. Quindi le picciole quantità elettriche che riceve successivamente il disco metallico continueranno ad accumularsi fino al segno che, separato dal marmo, presentandosegli il dito darà la scintilla.

Elettrometro di T. Cavallo

81. L' elettrometro di Tiberio Cavallo consiste in due palle di midollo di sambuco di picciolissimo diametro pendenti per mezzo di due capelli, sostanza isolatrice, da una palla di rame che appoggia sull' orificio di una specie di boccia di vetro. Si presenta un bastone di ceralacca, elettrizzata con lo strofinamento, a picciola distanza della palla, mientre si

tiene un dito appoggiato alla medesima. Quindi si ritira prima il dito, poscia la ceralacca. Le palle dovranno respingersi : per le stesse ragioni che abbiamo osservate trattando dell'elettroforo, tutto l'apparecchio sarà caricato di elettricismo vitreo. Sempre che si presenta la ceralacca ad una certa distanza dal punto di sospensione, le palle si accostano perchè la ceralacca riconduce nella palla di rame una parte della elettricità delle palle di sambuco. Se si diminuisce la distanza potrà darsi che le palle, perdendo il loro fluido addizionale, ritornino allo stato naturale e giungano a toccarsi. Allora, accostandosi maggiormente il bastone di ceralacca, la forza della sua elettricità resinosa, nel determinare una più gran quantità di fluido vitreo a portarsi verso il punto di sospensione, decomporrà il fluido naturale delle palle, che passeranno così allo stato resinoso e si respingeranno di nuovo, in modo che per coloro, i quali non fossero illuminati dalla teoria (§. 31) l'osservazione seconda si ritroverebbe in contraddizione colla prima in cui la ceralacca, nell'accostarsi al punto di sospensione, sollecitava le palle a muoversi l'una verso l'altra.

Comprendete che questo istrumento può servire come il pendolo elettrico per determinare la specie di elettricità di un corpo qualunque. P. e. nel caso ora espresso, ogni corpo vitreamente elettrico, purchè sia approssimato alla palla di rame, aumenterà l'allontanamento fra le due palle di sambuco : se poi il corpo sarà elettrico resinosamente, il primo moto delle palle presenterà la tendenza ad avvicinarsi fra loro.

Scampanio elettrico

82. Tra gli sperimenti elettrici è conosciuto lo scampanio, detto dai francesi *carillon electrique*, in cui l'azione di un corpo elettrizzato sopra un corpo allo stato naturale è accompagnata da circostanze particolari e dipendenti dall'apparecchio che si adopera. Lungo tempo fenomeno da divertimento, oggi, per l'applicazione fattane dal celebre Volta alla formazion della grandine, fenomeno molto interessante. Eccovene un cenno.

Sospendete ad un conduttore *a* della macchina elettrica due campane senza battaglio (*fig.* 11): una *b* comunichi col conduttore per mezzo di una catena metallica *c*, l'altra *d* sia sospesa da un filo di seta, e perciò sia isolata relativamente al condut-duttore, sebbene in comunicazione coi corpi circostanti per mezzo della catena *e*. Un globo metallico *f* pendente fra le due campane sia sospeso anche ad un filo di seta. Sia la macchina disposta per caricarsi di elettricismo vitreo: ciò che si ottiene col valersi di un disco di vetro liscio bene e netto bene, e non impiegando pe' cuscini pelle di gatto. All'istante che, girando il disco della macchina, caricherete il conduttore, la elettricità trasmetterassi alla campana *b*; il globo *f*, attirato dalla campana, subito porterassi a percuoterla; e per una ragione che conoscete (§. 33) questo da quella verrà respinto. Allora, per la ripulsione ricevuta, il globo si accosterà alla campana *d*: movimento al quale sarà anche sollecitato dalla elettricità ricevuta.

Subito che il globo sarà in contatto con la campana *d* cederà ad essa il suo fluido, il quale perderassi lungo la catena *e*. Allora il globo, che per

moto oscillatorio si troverà nuovamente avvicinato alla campana *b* riceverà maggiore attrazione per la elettricità sparsa; sulla superficie di questa ultima. La ripetizione non interrotta delle medesime cause vi presenterà così un moto velocissimo del globo da campana a campana, fino a che cesserà la causa elettrizzante.

Altro modo di valersi di questo fenomeno è il seguente. Prendete due dischi metallici separati da un cilindro di vetro, cui servono di base. Il disco superiore con una verghetta uncinata è sospeso al conduttore della macchina elettrica. Il disco inferiore, è in comunicazione coi corpi circostanti. Prima dello sperimento sulla superficie del disco inferiore chiuso nell' interno del cilindro, è posto un certo numero di palle di midollo di sambuco. Mettete in azione la macchina. Le palle entreranno in moto lanciandosi di continuo verso il disco superiore, e venendone di continuo respinte. La successione dei moti contrarii delle palle e degli urti che avverranno fra di loro saranno di una rapidità inesprimibile.

CAPO XII.

Elettricità per riscaldamento

83. Alcuni minerali divengono elettrici per riscaldamento. In essi le due elettricità in due punti diversi ed opposti, come nella pila elettrica si manifestano.

84. Toglieremo in esempio la varietà della pietra detta *turmalina* (1) distinta dall' Haüy col carat-

(1) Teofrasto scrisse la propietà di attrarre dell' ambra anche al *lincurio* appartenere. Congetturò il Watson il *lincurio* essere la turmalina

tere d'isogona. La turmalina isogona è un cristallo che ha la forma di un prisma di nove lati terminato da una parte con una estremità di tre facce, e dall'altra con una di sei. Questa pietra, ad una temperatura alquanto inferiore del 34 del termometro di Reaumur (43 circa centigr.) non dà segno alcuno di elettricismo; ma tenuta per alcuni minuti nell'acqua bollente, e tolta da una tale immersione, lo manifesta con somma evidenza. A convincervene, dopo che l'avrete così riscaldata, potrete interrogarla con gli elettroscopii vitreo e resinoso, messi prima in istato elettrico, presentando loro, uno dopo l'altro, i poli del cristallo. Se il polo sarà vitreo, esso agirà ripulsivamente verso l'elettroscopio vitreo, ed attrattivamente verso l'elettroscopio resinoso. Il polo resinoso sarà indicato dagli effetti inversi dell'effetto testè accennato, cioè sarà attrattivo verso l'elettroscopio vitreo, ripulsivo verso il resinoso.

Presentandosi uno dei poli della turmalina a dei corpi leggieri, come alla cenere o alla raschiatura di legno, ciascuna delle particelle di queste sostanze diviene un picciolo corpo elettrico di cui la parte rivolta verso il polo che agisce sopra di lei ha acquistata una elettricità diversa da quella di questo polo: quindi la particella si porterà verso la turmalina. Giunta al contatto del cristallo vi rimarrà attaccata, perchè il fluido del cristallo, essendo questo un corpo non conduttore, non si decomporrà sensibilmente per tale contatto: perciò non potrà nel fenomeno impiegare lo sviluppo del suo fluido naturale. Avviene però sovente che alcuno di tai piccioli corpi, appena attratti, vengano respinti. Que-

sto effetto ha luogo quando il picciolo corpo ha incontrato qualche molecola di sostanza conduttrice situata alla superficie della turmalina. Immaginate che la molecola di sostanza conduttrice situata sulla superficie della turmalina abbia la elettricità resinosa : una parte del fluido resinoso di lei passerà sulla parte contigua del picciolo corpo attratto verso il cristallo, il quale dovrà trovarsi occupato dal fluido vitreo, ed a questo fluido si combinerà, divenendo tal risultamento fluido elettrico allo stato naturale, cioè inattivo. Allora il fluido resinoso che involgeva l'altra parte del picciolo corpo, trovandosi non combinato con altro fluido vitreo, ridurrà il picciolo corpo totalmente allo stato resinoso, d'onde ne seguirà che la molecola conduttrice sovrapposta, la quale anche è nello stato resinoso, lo respingerà.

85. Sempre che la turmalina è riscaldata in un modo inuguale, p. e. quando non è riscaldata in un fluido, o è riscaldata solo da una parte, le propietà de' suoi poli elettrici sono invertite : quel polo cioè al quale un riscaldamento uniforme dava la elettricità vitrea prende la resinosa, quello cui un riscaldamento uniforme dava la elettricità resinosa prende la elettricità vitrea; dopo alcuni minuti la pietra non dà segno alcuno di elettricismo ; in fine la pietra torna a manifestare l' elettricismo, e ciascuno dei poli suoi trovasi ritornato alla specie di elettricità prodotta dal riscaldamento uniforme. Le seguenti sperienze riuniscono le propietà elettriche della turmalina.

86. Sia $t\ t$ (*fig.* 12) un pezzo di turmalina, o propiamente un segmento perpendicolare agli assi del prisma di lei. Sieno $l\ l$ due picciole lastre me-

talliche applicabili alle due superficie *a b* di cui i poli sono contrarii. A ciascuna di queste lastre sia saldato un filo metallico *f f*, e di questi due fili il primo verticale, il secondo piegato orizzontalmente e disposto in modo da finir *f'f'* parallelo al primo. Sospendete tra' due fili un picciolo pendolo elettrico isolato *p*. Dopo tutto ciò elettrizzate la turmalina, immergendola per alcuni momenti nell' acqua bollente, e quindi situatela fra le due lamine dell' apparecchio. Tosto il pendolo porterassi alternamente e senza interruzione da un filo all' altro, e ciò durerà finchè la pietra darà segni sensibili di elettricità. Spiegazione del fenomeno. I due fili, *f f f'f'* comunicando con le due superficie della pietra, acquistano le stesse propietà elettriche che le due superficie: l' uno la resinosa, l' altro la vitrea. Il pendolo, che non è elettrizzato precedentemente, portasi verso quello dei due fili in cui per accidente l'elettricismo è più forte, e riceve parte del medesimo. Ma, per la stessa ragione, appena lo ha toccato, n'è respinto e si porta verso l' altro filo, lo tocca, riceve parte della elettricità di questo, ed è anche respinto, ritornando verso il primo filo. Il fenomeno si ripete finchè la pietra conserva la sua elettricità.

87. Se, in vece di riscaldare la turmalina nell' acqua bollente, si appoggia sopra una lastra metallica rovente, o sopra carboni ardenti, ne segue che, dopo certo tempo, il movimento oscillatorio del pendolo diviene debolissimo, cessa affatto, e quindi si riproduce e dura molte ore senza interrompimento. Cagione della diversità dall' altro fenomeno: riscaldandosi il cristallo in questo modo irre-

golare, sempre fra le temperature dei due poli evvi disuguaglianza che da principio inverte le propietà elettriche, come si è accennato di sopra.

88. Se, mentre la turmalina manifesta lo stato elettrico, voi la rompete, ogni frammento di lei presenta nelle due estremità gli stati elettrici diversi, non altrimenti che la turmalina intera. Or voi ricorderete che nei corpi isolanti in circostanze elettriche le due elettricità portansi separatamente in due parti opposte verso le estremità corrispondenti del corpo (§. 21). Quindi, supponendo la frattura avvenuta verso una estremità della turmalina, parrebbe che il frammento separato da quella parte del cristallo eccitar si dovesse da una sola elettricità: ciò ch'è in contraddizione col fatto.

Il Coulomb spiega felicemente il fenomeno considerando ciascuna delle molecole integranti di una turmalina come se fosse una piccola turmalina, la quale, malgrado la picciolezza, è provveduta sempre dei suoi poli. Da questo dato risulta che nella turmalina intera vi è una serie di poli alternativamente vitrei e resinosi, e tali essere le quantità del fluido libero che appartengono a questi diversi poli, che, in tutta la metà della turmalina ancora intatta manifestante l'elettricità vitrea, i poli vitrei delle molecole integranti sono superiori in forza ai poli resinosi con loro in contatto: mentre avviene il contrario nella metà che manifesta la elettricità resinosa: d'onde siegue che la turmalina è nel medesimo caso che presentar potrebbe alcuna delle sue metà se fosse eccitata solo da quantità di fluido vitreo o resinoso uguali alle differenze tra i fluidi dei poli vicini. Dietro l'anzidetto vedrete che, se si

taglia la pietra in un luogo qualunque, dovendo la sezione inevitabilmente avvenire fra due delle molecole integranti, la parte distaccata comincerà con il polo di una specie, e finirà col polo di un'altra.

89. Fenomeni analoghi a quelli che offre la turmalina riscaldata osservansi in molti altri cristalli. Però il celebre Haüy, che intorno a quest' oggetto ha fatto ricerche diligentissime, dice che la facoltà di divenir elettrico per riscaldamento appartiene solo a cristalli di forme non simmetriche; che le parti, ove in un cristallo risiedono gli opposti poli elettrici, sono per configurazione differenti fra loro. Esempio: le due estremità del prisma della turmalina (§.84).

90. Quando si fonde il solfo in un bacino di ferro e, dopo di averlo isolato, si lascia raffreddare, trovasi avere acquistato la elettricità resinosa, mentre il ferro avrà acquistato la vitrea. ,, Questo fatto ,, sembra indicare ciò che avviene in ogni elemento ,, della turmalina, e degli altri cristalli che si elettrizzano per calore. Una serie di elementi di tal ,, natura messi in contatto gli uni con gli altri deve ,, formare una vera pila elettrica, nella quale l'isolamento e la separazione delle lastre sono prodotti ,, dalla non conducibilità della sostanza del cristallo. Se si unisse in questo modo una serie di piccioli elettrofori composti di una lamina di solfo ,, fuso in un recipiente di ferro, e di essi si formasse una pila, tale apparecchio avrebbe, come ,, la turmalina, la propietà di elettrizzarsi per calore, ch'esso riceverebbe dai poli, e presenterebbe ,, tutt' i fenomeni che presenta la turmalina (1).

(1) *Biot* Traité de Physique Exp. liv. III. chap. X.

INDICE

LIBRO PRIMO

INTRODUZIONE ALLO STUDIO DELLA NATURA

LIBRO SECONDO

DEL CALORICO

LIBRO TERZO

IDROLOGIA FISICA

LIBRO QUARTO

AEROLOGIA FISICA

LIBRO QUINTO

DELLA ELETTRICITÀ

Libro 1.°
Tavola
2
6
8
9
12

Libro 2.
Tavola 1.a
Fig. 1.
a
b
2
3
b
4
a
5
a

Fig. 6.
8
7

Libro. 3.
Tavola 1.
Fig. 1.
2.
3
4
5
6

Fig. 7.
8
9
10

Fig. 1.
2
3
4
5
6

Fig. 7.
Nord
Sud
Est

Fig. 1.
d
d
c
v
v
a
b
b
a
h
f
g
d
e
c

6
a
c
b
7
8
a
e
e
d
c
b
9
10
11
12
f
f
p
l
a
t
t
b
l
f
f